

**IMPLEMENTASI SENSOR ACCELEROMETER MMA 7361 SEBAGAI
PENGAMAN PADA SEPEDA MOTOR MATIC UNTUK
MEMINIMALISIR DAMPAK KECELAKAAN**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

AS'AD SHIDQY AZIZ

NIM. 125060309111002-63

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK**

MALANG

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI SENSOR ACCELEROMETER MMA 7361 SEBAGAI
PENGAMAN PADA SEPEDA MOTOR MATIC UNTUK MEMINIMALISIR
DAMPAK KECELAKAAN**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

AS'AD SHIDQY AZIZ

NIM. 125060309111002-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Nurussa'adah, Ir., MT.
NIP. 19680706 199203 2 001

Akhmad Zainuri, ST., MT
NIP. 19840120 201212 1 003



LEMBAR PENGESAHAN

**IMPELEMENTASI SENSOR ACCELEROMETER MMA 7361 SEBAGAI
PENGAMAN PADA SEPEDA MOTOR MATIC UNTUK MEMINIMALISIR
DAMPAK KECELAKAAN**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

AS'AD SHIDQY AZIZ

NIM. 125060309111002-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 13 Juni 2014

Dosen Penguji

Ir. Nanang Sulistyanto, M.T
NIP. 19700113 199403 1 002

Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc
NIP. 19590304 198903 1 001

Mochammad Rif'an ST., MT.
NIP. 19710301 200012 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim ST., MT., Ph.D
NIP. 19741203 200012 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulisan laporan skripsi dengan judul “*Implementasi Sensor Accelerometer MMA 7361 sebagai Pengaman pada Sepeda Motor Matic untuk Meminimalisir Dampak Kecelakaan*” ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW atas jasa beliau yang membawa kita dari zaman jahiliyah ke zaman yang terang benderang ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak. Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih setulusnya kepada:

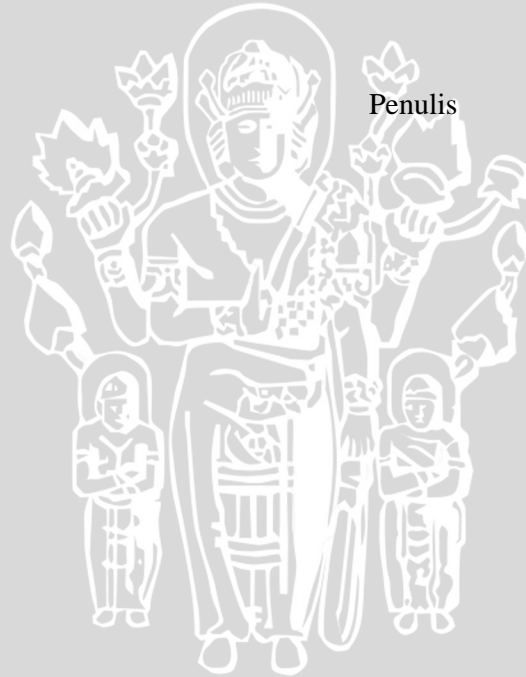
1. Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya dan Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Ibu Ir. Nurussa’adah, MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas segala bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran, dan masukan yang telah diberikan.
3. Ibu Ir. Nurussa’adah, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 atas segala bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran, dan masukan yang telah diberikan, dan Bapak Akhmad Zainuri, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing 2 atas segala bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran, dan masukan yang telah diberikan.
4. Bapak dan Ibu dosen beserta staff dan karyawan Jurusan Teknik Elektro, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu menyelesaikan skripsi ini.
5. Mama, adek – adekku, mommy yang selalu memberikan bantuan dalam bentuk moral, material dan doa kepada penulis. Serta Almarhum baba yang selalu menjadi panutan penulis.
6. Teman – Teman SAP 2011, 2012 dan semua rekan-rekan di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Angkatan 2008 – 2010

7. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk membantu kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya pada khususnya.

Malang, Juni 2014

Penulis



ABSTRAK

As'ad Shidqy Aziz, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2014, *Implementasi Sensor Accelerometer MMA7361 sebagai Pengaman Sepeda Motor Matic untuk Meminimalisir Dampak Kecelakaan*, Dosen Pembimbing: Ir. Nurussa'adah, MT dan Akhmad Zainuri, ST., MT

Kecelakaan pada sepeda motor disebabkan oleh berbagai macam faktor seperti cuaca, kondisi jalan yang licin, dan kelalaian pengendara itu sendiri. Kondisi yang fatal akan terjadi ketika motor terjatuh dan tuas gas terpelintir sementara mesin motor masih tetap menyala maka akan menyebabkan piston bekerja semakin cepat dan dapat mengakibatkan dampak yang lebih parah terhadap pengemudi dan ke pengendara sepeda motor lainnya. Terkait permasalahan tersebut diperlukan sebuah pengaman yang bisa mematikan aliran listrik yang masuk ke koil sepeda motor sehingga apabila motor terjatuh pada kemiringan 60° atau 30° dari tanah maka sepeda motor akan mati secara otomatis yang dapat meminimalisir dampak dari kecelakaan sepeda motor khususnya motor matic.

Implementasi sensor *accelerometer* MMA7361 ini menggunakan modul *Accelerometer* MMA 7361 yang berfungsi membaca kemiringan, ATMega 16 untuk mengolah masukan dari modul Modul MMA 7361, LCD untuk menampilkan sudut yang dihasilkan modul *accelerometer*, *driver* sebagai pemutus aliran listrik yang masuk ke koil sepeda motor dan *buzzer* akan menyala ketika motor berada pada kemiringan yang telah ditentukan yaitu $\geq 60^{\circ}$

Kata Kunci : MMA7361, ATMega 16, LCD, *driver*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Modul Sensor Accelerometer MMA 7361	5
2.1.1 Spesifikasi Sensor.....	7
2.1.2 Kalibrasi Sensor Accelerometer	7
2.1.3 Penghitungan Sudut.....	7
2.2. IC Mikrokontroler ATMEGA 16.....	9
2.2.1 Fitur ATMEGA 16	10
2.2.2 Konfigurasi Pin AVR ATMEGA 16	11
2.3. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) M1632	12
2.4. Transistor sebagai Saklar	14
2.5. Buzzer.....	16
2.6. Koil Sepeda Motor	17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Penentuan Spesifikasi Alat 20

3.2. Studi Literatur 20

3.3. Perancangan dan Pembuatan Alat..... 21

3.4. Pembuatan Alat 21

3.5. Pengujian Alat..... 21

 3.5.1. Pengujian Perangkat Keras (Hardware) 22

 3.5.2. Pengujian Keseluruhan Sistem 22

3.6. Pengambilan Kesimpulan 23

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

4.1. Spesifikasi Alat 24

4.2. Diagram Blok Sistem 24

4.3. Prinsip Kerja Alat..... 26

4.4. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) 26

 4.4.1. Perancangan Rangkaian Antarmuka Modul MMA 7361 26

 4.4.2. Perancangan Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16 27

 4.4.3. Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD 29

 4.4.4. Perancangan Rangkaian Transistor sebagai Saklar 30

 4.4.5. Perancangan Rangkaian Antarmuka *Buzzer*..... 31

 4.4.6. Perancangan Keseluruhan Sistem..... 31

 4.4.7. Perancangan Resolusi Sensor 32

 4.4.8. Perancangan Prototype Alat 33

4.5. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)..... 34

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

5.1. Pengujian Modul Sensor *Accelerometer* 37

5.2. Pengujian Rangkaian Minimum Sistem ATMEGA 16 42

5.3. Pengujian LCD..... 49

5.4. Pengujian *Driver* Transistor..... 50

5.5. Pengujian Keseluruhan Sistem52

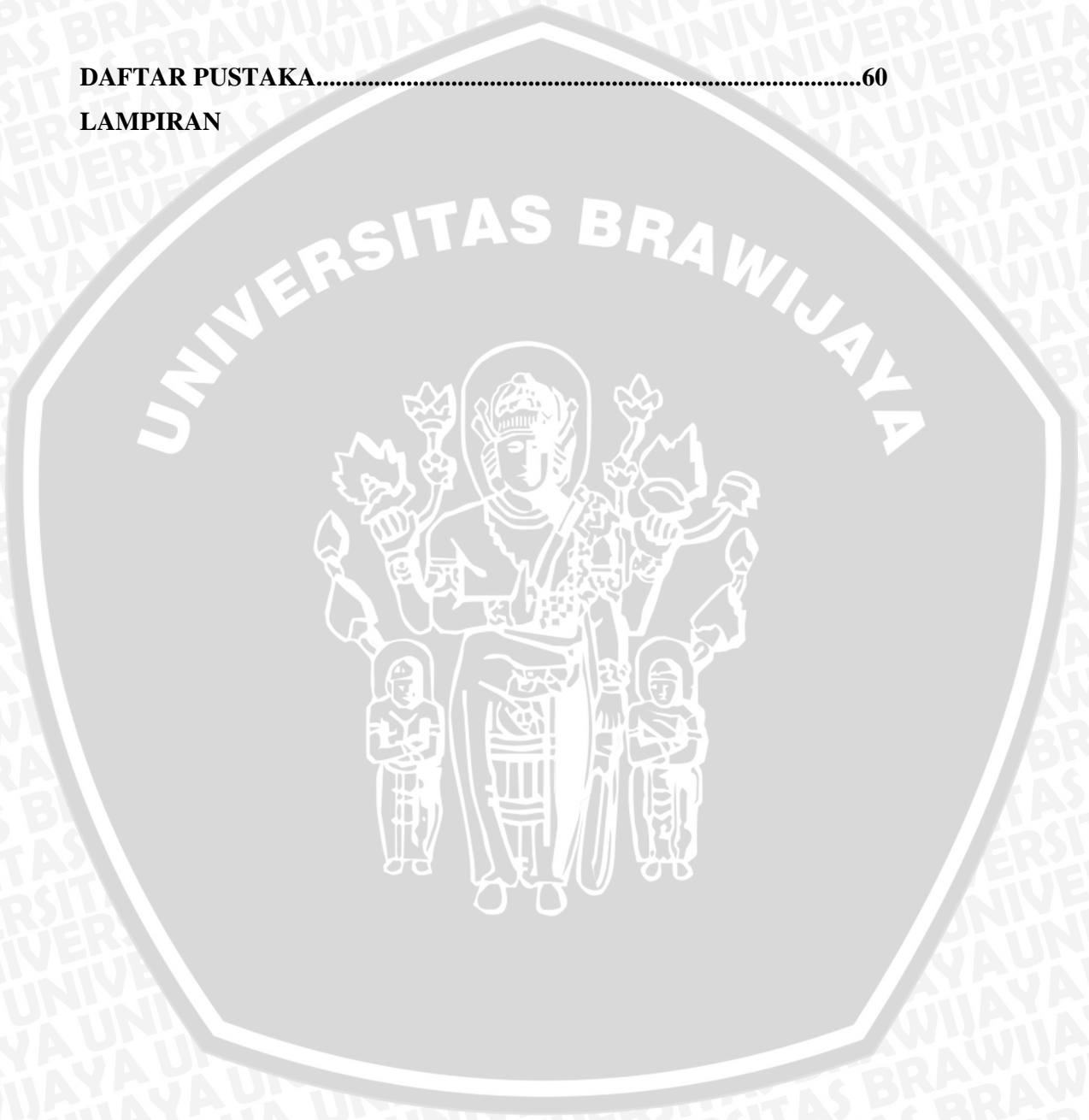
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan58

6.2. Saran58

DAFTAR PUSTAKA.....60

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Sumbu X, Y, dan Z pada sensor <i>accelerometer</i>	5
Gambar 2.2. Grafik Keluaran dari sensor <i>Acclerometer</i>	6
Gambar 2.3. Konfigurasi <i>pin</i> ATMEGA16.....	11
Gambar 2.4. Modul LCD M1632	13
Gambar 2.5. (a) Bias basis transistor (b) garis beban DC.....	15
Gambar 2.6. Titik Kerja Transistor.....	16
Gambar 2.7. Konstruksi Koil Tipe Kanister	17
Gambar 2.8. Konstruksi Tipe Moulded	18
Gambar 2.9. Konstruksi Tipe Koil Gabungan.....	19
Gambar 4.1. Diagram blok sistem dari <i>hardware</i>	24
Gambar 4.2. Rangkaian Antarmuka Modul MMA 7361 dengan Mikrokontroler ATMEGA 16	26
Gambar 4.3. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATMEGA16.....	27
Gambar 4.4. Rangkaian Antarmuka LCD dengan Mikrokontroler ATMEGA16	28
Gambar 4.5. Rangkaian Transistor Sebagai Saklar	28
Gambar 4.6. Antarmuka <i>buzzer</i> dengan mikrokontroler	29
Gambar 4.7. Rangkain keseluruhan sistem	30
Gambar 4.8. Nilai Offset Sensor Accelerometer.....	30
Gambar 4.9. Perancangan Prototype Alat.....	31
Gambar 4.10. Kondisi Sepeda Terjatuh.....	31
Gambar 4.11. <i>Flowchart</i> Program Utama Mikrokontroler	32
Gambar 5.1. Diagram Blok Pengujian Modul Sensor <i>Accelerometer</i>	34
Gambar 5.2. Grafik rata-rata tegangan yang dibaca masing-masing sumbu	37
Gambar 5.3. Histogram sudut 60 ⁰ sumbu x.....	38
Gambar 5.4. Histogram sudut 60 ⁰ sumbu y.....	38
Gambar 5.5. Histogram sudut 60 ⁰ sumbu z.....	39
Gambar 5.6. Diagram Blok pengujian I/O minimum sistem	40
Gambar 5.7. Pengujian I/O.....	43
Gambar 5.8. Diagram blok Pengujian ADC mikrokontroler	44
Gambar 5.9. Pengujian ADC.....	44
Gambar 5.10. Diagram Blok Pengujian LCD	45
Gambar 5.11. Hasil Pengujian LCD	46
Gambar 5.12. Diagram blok Pengujian Driver Transistor	47
Gambar 5.13. Pengujian <i>driver</i> transistor	47
Gambar 5.14. Diagram Blok Pengujian Keseluruhan Sistem	49
Gambar 5.15. Pengujian Keseluruhan Sistem.....	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Fungsi Khusus PORT B	11
Tabel 2.2. Fungsi Pin LCD	13
Tabel 5.1. Data Output Tegangan Sumbu X	35
Tabel 5.2. Data Output Tegangan Sumbu Y	35
Tabel 5.3. Data Output Tegangan SumbuZ	36
Tabel 5.4. Hasil perhitungan rata-rata Sumbu XYZ.....	37
Tabel 5.5. Tegangan Output Minimum Sistem ATMEGA16 logika 1	40
Tabel 5.6. Tegangan Output Minimum Sistem ATMEGA16 logika0	41
Tabel 5.7. Hasil Penghitungan % <i>error</i> I/O	43
Tabel 5.8. Hasil Konversi ADC	44
Tabel 5.9. Hasil Penghitungan % <i>error</i> ADC	45
Tabel 5.10. Hasil Pengujian <i>Driver</i> Transistor	48
Tabel 5.11. Data Pengujian Keseluruhan Sistem	50



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** FOTO ALAT
- Lampiran 2.** SKEMATIK RANGKAIAN
- Lampiran 3.** LISTING PROGRAM MIKROKONTROLER ATMEGA16
(CODEVISION AVR)
- Lampiran 4.** DATASHEET KOMPONEN
 - ❖ DATASHEET MIKROKONTROLER ATMEGA16
 - ❖ DATASHEET ACCELEROMETER MMA 7361
 - ❖ AN3107 MEASURING TILT WITH LOW G ACCELEROMETERS
 - ❖ AN3447_IMPLEMENTING_AUTO_ZERO_CALIBRATION_TECHNIQUE_FOR_ACCELEROMETERS
 - ❖ DATA SHEET LCD
 - ❖ DATASHEET TRANSISTOR TIP 41
 - ❖ DATASHEET RELAY



BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Setiap hari tingkat kecelakaan kendaraan bermotor di Indonesia terus bertambah di semua daerah. Baik kendaraan roda empat maupun roda dua. Dampak terparah dari kecelakaan adalah meninggalnya pengemudi kendaraan tersebut maupun orang lain di sekitarnya. Kecelakaan tersebut diakibatkan oleh faktor manusia maupun faktor lain seperti faktor kendaraan dan lingkungan.

Data kecelakaan lalu lintas selama tahun 2012 yang dilansir Divisi Humas Mabes Polri atas rekap Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri) menyebutkan, sepanjang tahun lalu, ada 117.949 kecelakaan. Dari ratusan ribu jumlah tersebut, lebih dari setengahnya disumbang oleh angka kecelakaan sepeda motor. Ada 111.015 kali kecelakaan sepeda motor yang terjadi sepanjang tahun. Kelalaian manusia menjadi faktor utama terjadinya peningkatan kecelakaan lalu lintas. Setidaknya ada 27.441 orang yang tewas. (Republika, 26 April 2013)

Permasalahan pada kecelakaan yang terjadi, sepeda motor terjatuh disebabkan oleh berbagai macam faktor seperti cuaca, kondisi jalan yang licin, dan kelalaian pengendara itu sendiri. Kondisi yang fatal akan terjadi ketika motor terjatuh dan tuas gas terpelintir sementara mesin motor masih tetap menyala, maka akan menyebabkan piston bekerja semakin cepat dan dapat mengakibatkan dampak yang lebih parah terhadap pengemudi dan ke pengendara sepeda motor lainnya. Terkait permasalahan tersebut diperlukan sebuah pengaman yang bisa mematikan aliran listrik yang masuk ke koil sepeda motor ketika sepeda motor terjatuh.

Berdasarkan penelitian yang telah dilansir oleh situs motogp.com, kemiringan sepeda motor saat bermanuver memiliki nilai yang berbeda – beda berdasarkan jenis dari motor yang digunakan. Motor jenis skuter memiliki tingkat kemiringan 40° , kategori skuter ini terdiri dari skuter matic maupun skuter manual. Kategori *streetbike* memiliki tingkat kemiringan 50° , kategori *motor sport* memiliki kemiringan 55° , kategori superbike memiliki kemampuan kemiringan 60° dan yang terakhir adalah kategori motor yang dipakai pada ajang balap MotoGP

memiliki kemiringan yang paling tinggi yaitu maksimal 64° . Batas maksimal kemiringan ini ditentukan untuk mengetahui batas aman kemiringan yang dapat dicapai oleh sepeda motor ketika melakukan manuver. .

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis membuat dan meneliti alat pengaman sepeda motor yang tersusun dari modul *Accelerometer* MMA 7361 yang berfungsi membaca kemiringan, ATmega 16 untuk mengolah masukan dari modul Modul MMA 7361, LCD untuk menampilkan sudut yang dihasilkan modul *accelerometer*, *driver* sebagai pemutus aliran listrik yang masuk ke koil sepeda motor dan *buzzer* sebagai alarm ketika mencapai sudut maksimal 40° serta mencapai sudut *setpoint*. Sudut *setpoint* yang ditentukan untuk mendeteksi bahwa sepeda motor terjatuh yaitu $\geq 60^{\circ}$ atau 30° dari tanah. Penentuan besar sudut tersebut lebih besar dari batas maksimal kemiringan motor matic yang difungsikan untuk memastikan bahwa sepeda motor sudah dalam keadaan terjatuh. Pembuatan dan penelitian pengaman sepeda motor dengan memanfaatkan implementasi sensor *accelerometer* MMA 7361 ini, diharapkan dapat meminimalisir dampak selanjutnya dari kecelakaan yang terjadi pada sepeda motor khususnya sepeda motor matic.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar belakang dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem alat sebagai pengaman pada sepeda motor matic memanfaatkan sensor *accelerometer* MMA7361.
2. Bagaimana merancang antarmuka mikrokontroler ATMEGA 16 dengan modul *accelerometer*.
3. Bagaimana kinerja alat pengaman pada sepeda motor matic dengan memanfaatkan implementasi sensor *accelerometer* MMA7361 .

1.3. Batasan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat akan diberi batasan sebagai berikut :

1. Modul yang digunakan adalah modul sensor Accelerometer MMA 7361
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATMEGA 16
3. Sudut kerja alat pada kemiringan $\geq 60^{\circ}$ atau 30° dari tanah.
4. Alat digunakan pada sepeda motor matic.
5. Pengujian alat dilakukan pada saat sepeda motor dalam keadaan diam (*prototype*).

1.4. Tujuan

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah apabila sepeda motor terjatuh pada sudut kemiringan $0-30^{\circ}$ terhadap tanah maka mikrokontroler akan memerintahkan driver untuk mematikan aliran listrik ke koil sehingga sepeda motor akan mati. Kondisi ini untuk meminimalisir kemungkinan dampak selanjutnya yang lebih parah apabila terjadi kecelakaan sepeda motor bagi pengendara maupun pengendara lain di sekitarnya.

1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dalam skripsi ini sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika pembahasan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

BAB III Metodologi

Berisi tentang metode-metode yang dipakai dalam melakukan perancangan, pengujian, dan analisis data.

BAB IV Perancangan

Perancangan dan perealisasiian alat yang meliputi spesifikasi, perencanaan diagram blok, prinsip kerja dan realisasi alat.

BAB V Pengujian dan Analisis

Memuat aspek pengujian meliputi penjelasan tentang cara pengujian dan hasil pengujian. Aspek analisis meliputi penilaian atau komentar terhadap hasil-hasil pengujian. Pengujian dan analisis ini terhadap alat yang telah direalisasikan berdasarkan masing-masing blok dan sistem secara keseluruhan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Memuat intisari hasil pengujian dan menjawab rumusan masalah serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan kualitas penelitian di masa yang akan datang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi penjelasan dan uraian dari teori penunjang yang digunakan dalam penelitian ini. Teori penunjang dalam penelitian diperlukan untuk mempermudah pemahaman tentang cara kerja sensor, rangkaian dan dasar-dasar teori yang digunakan dalam perancangan alat yang akan di realisasikan.

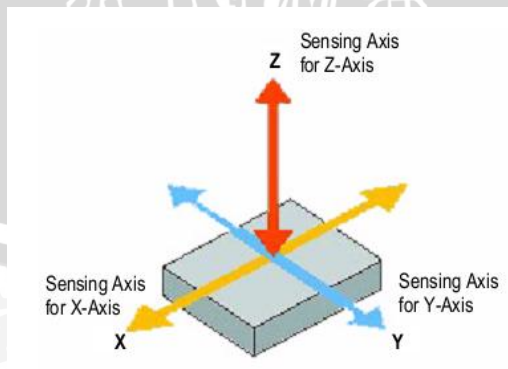
Teori-teori penunjang yang dijelaskan dalam bab ini meliputi:

- ❖ Modul Sensor *Accelerometer* MMA 7361
- ❖ IC Mikrokontroler ATMEGA 16
- ❖ LCD (*Liquid Crystal Display*) M1632
- ❖ Transistor sebagai Saklar
- ❖ *Buzzer*
- ❖ Koil Sepeda Motor

2.1. Modul Sensor Accelerometer MMA 7361

Sensor *accelerometer* MMA 7361 adalah sensor buatan Freescale Semiconductor ini mempunyai 6 buah fungsi yaitu untuk mengukur gerakan (*movement*), getaran (*vibration*), jatuh (*fall*), kemiringan (*tilt*), posisi (*positioning*) dan benturan (*shock*).

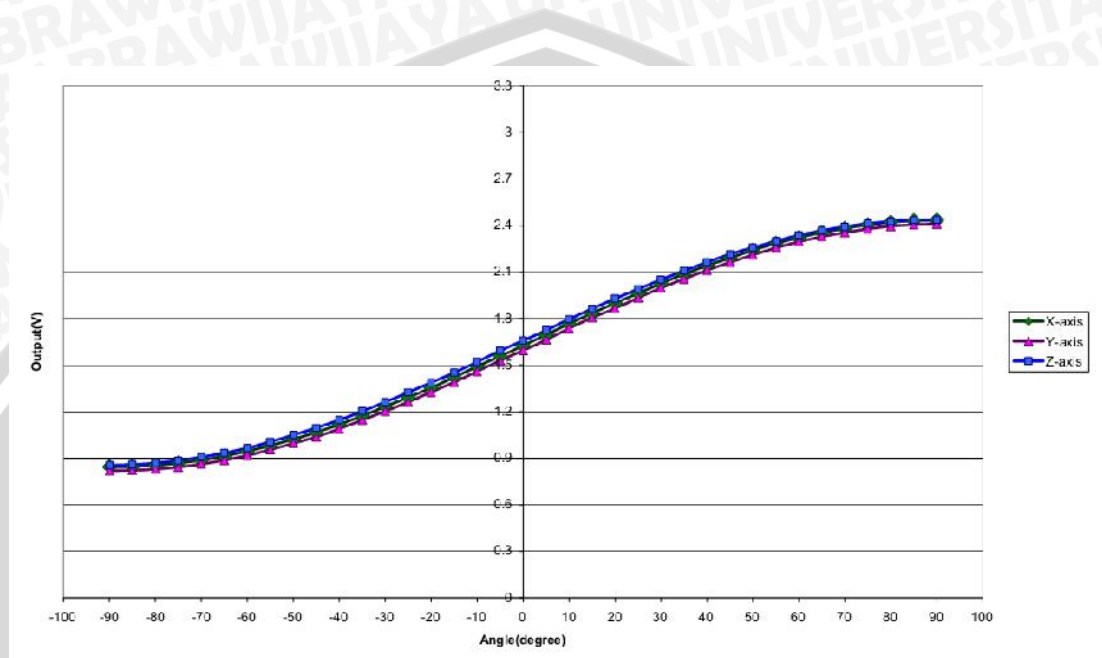
Sensor ini memiliki tiga sumbu yaitu sumbu X, Y, dan Z. Sumbu yang dipakai untuk mengukur sudut hanya dua sumbu yaitu XZ atau YZ saja. Sumbu X, Y, Z pada sensor MMA7361 ditunjukkan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1. Sumbu X, Y, dan Z pada sensor *accelerometer*

(Sumber : Freescale, 2005)

Keluaran dari sensor accelerometer merupakan tegangan analog yang tidak linier sehingga memerlukan kalibrasi. Gambar 2.2 menunjukkan keluaran dari sensor *accelerometer*:



Gambar 2.2. Grafik Keluaran dari sensor Accelerometer

(Sumber : Freescale, 2005)

2.1.1. Spesifikasi Sensor

Sensor *accelerometer* MMA 7361 memiliki banyak keunggulan dari segi konsumsi daya dan respon dari sensor ini yang cepat hanya dalam orde *milisecond*. Beberapa fitur unggulan dari sensor *accelerometer* MMA 7361 di antaranya :

- *Two selectable measuring ranges* ($\pm 1.5g$, $\pm 6g$)
- *Low current consumption*: 400 μA
- *Sleep mode*: 3 μA
- *Low voltage operation*: 2.2 V - 3.6 V
- *High sensitivity* (800 mV/g at 1.5g)
- *Fast turn on time* (0.5 ms enable response time)

- *Signal conditioning with low pass filter*
- *Robust design, high shocks survivability*

2.1.2. Kalibrasi Sensor Accelerometer

Untuk melakukan kalibrasi *Accelerometer (Auto-Zero)* mengacu pada *application note AN3447 Implementing Auto-Zero Calibration Technique for Accelerometers* ada beberapa metode yaitu:

1. *Manual 0g X, Y, Z Full Range Calibration*

Metode ini adalah salah satu cara untuk dapat melakukan pembacaan 0g (keadaan awal sensor) yang akurat dengan cara memutar sensor dari +1g (sumbu positif sensor arah kanan) menuju -1g (sumbu negatif sensor arah kiri). Dengan asumsi bahwa sensitifitas simetris dari nilai nol ke positif dan dari nol ke negatif, sensitifitas device dapat dihitung dengan cara membagi dengan 2. Sensitifitas nilai 0g offset dapat di hitung dengan menambahkan nilai sensitifitas dengan nilai minimum atau dikurangi dengan nilai sensitifitas dengan nilai maksimum.

2. *Simple 0g X, Y, Z Calibration*

Pada metode ini modul sensor perlu diputar 90^0 sebanyak satu kali dari 0g sumbu XY ke 0g sumbu Z. nilai 0g akan dicatat pada saat melakukan proses ini. pada teknik ini tidak menjamin keakurasian data disbanding dengan teknik sebelumnya.

3. *Freefall Calibration*

Metode kalibrasi dengan mencatat 0g offset dari offset sumbu X, Y, dan Z dalam keadaan *freefall*. Keuntungan dari pendekatan ini adalah nilai 0g pada masing- masing sumbu diambil pada waktu yang sama.

4. *Simple 0g X, 0g Y, +1g Z Calibration*

Metode ini dilakukan dengan cara menempatkan modul sensor pada bidang datar bedasarkan arah panah pada sumbu X, Y atau Z. Sehingga nantinya didapatkan nilai 0g untuk sumbu X, sumbu Y dan pada sumbu Z mendapatkan nilai +1g.

2.1.3. Penghitungan Sudut

Model matematis persamaan garis dalam Gambar 2.3 sudah diketahui dengan mengacu pada *application note AN3107 Measuring Tilt with Low-g Accelerometers* adalah sebagai berikut:

$$V_O = V_{O_T} + \left(\frac{\Delta V}{\Delta y} \times 1.0g \times \sin \theta\right) \dots \dots \dots (2-1)$$

dengan :

Vout = Tegangan output accelerometer

Voffset = V_{DD}/2 atau saat percepatan=0g atau 1,65 Volt

dari Persamaan (2-1) dapat diubah menjadi:

$$V_{OUT} = V_{OFFSET} + (S \cdot \sin \theta) \\ = a \cdot s_i \left(\frac{V_O - V_{O_T}}{S} \right) \dots \dots \dots (2-2)$$

dengan :

S = Sensitifitas (V/ g)
= Sudut yang dibaca Accelerometer

Sedangkan apabila didalam program *codevisionAVR* persamaan yang digunakan untuk mengkonversi percepatan menjadi sudut menggunakan satu sumbu X, Y, atau Z menggunakan persamaan berikut

$$\theta = \arcsin (A_x) \dots \dots \dots (2-3)$$

dengan:

θ = sudut kemiringan Accelerometer

A_x = Percepatan yang dibaca pada sumbu x, jika menggunakan sumbu y diubah menjadi A_y dan A_z jika menggunakan sumbu z

Dalam hal ini sumbu yang dipakai pada alat menggunakan dua sumbu yaitu X, dan Z sehingga persamaan penghitungan sudutnya adalah

$$= \text{atan2}(A_x, A_z) \dots \dots \dots (2-4)$$

dengan:

= sudut kemiringan Accelerometer

A_x = Percepatan yang dibaca pada sumbu x

A_z = Percepatan yang dibaca pada sumbu z

2.2.IC Mikrokontroler ATMEGA 16

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*reduce instruction set compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Havard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan mikrokontroler lain. Keunggulan mikrokontroler AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (*complex instruction set compute*), mikrokontroler MCS51 membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi.

Mikrokontroler AVR juga memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM Internal, *Timer/Counter*, *watchdog Timer*, PWM, Port I/O, komunikasi serial, Komparator, I2C,dll), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, *Programmer* dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi dan berbagai keperluan lain. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90xx, ATMEga dan ATtiny.

2.2.1. Fitur ATMEGA 16

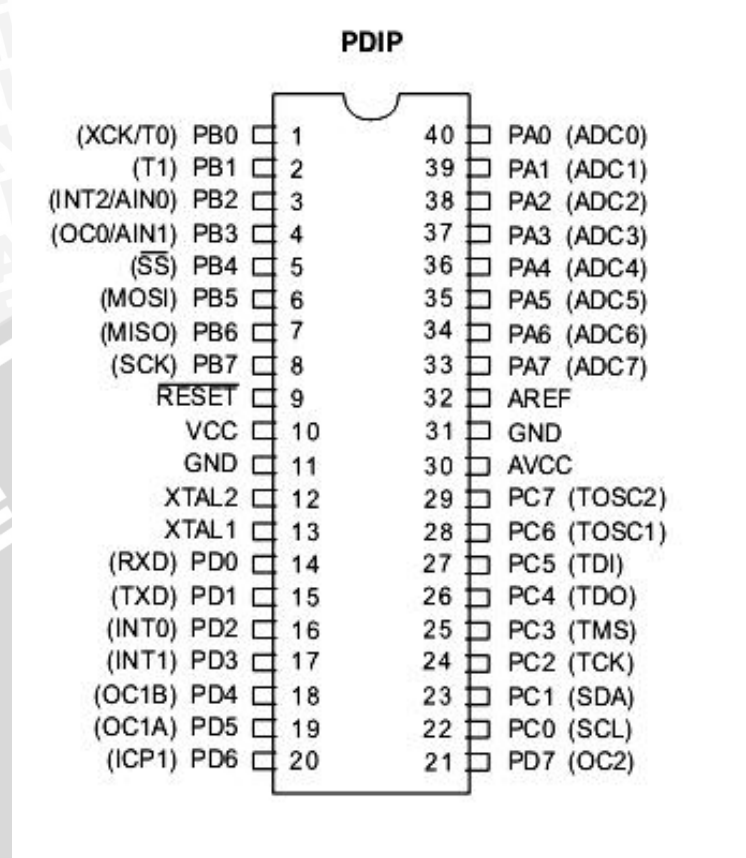
Fitur-fitur yang dimiliki ATMEGA 16 sebagai berikut:

1. Mikrokontroler AVR 8 bit
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
3. Memiliki kapasitas *flash* memori 16 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 internal dan eksternal.
7. Port USART untuk komunikasi serial
8. Fitur *peripheral*
 - Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan.
 - ✓ 2 (dua) buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
 - ✓ 1 (satu) buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*
 - *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri
 - 4 channel PWM
 - 8 channel, 10-bit ADC
 - ✓ 8 *Single-ended Channel*
 - ✓ 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP
 - ✓ 2 *Differential Channel* dengan *programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x
 - *Byte-Oriented Two-wire Serial Interface*
 - *Programmable* serial USART
 - Antarmuka SPI
 - *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*
 - *On-chip Analog Comparator*

2.2.2. Konfigurasi Pin AVR ATMEGA 16

Secara umum konfigurasi Pin ATMEGA 16 terdiri dari beberapa bagian di antaranya konfigurasi PORT I/O, konfigurasi pin *supply* tegangan untuk ATMEGA 16 dan konfigurasi pin *clock* eksternal. Konfigurasi ATMEGA 16 ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. pin-pin pada ATMEGA16

(Sumber : Atmel, 2010)

Konfigurasi pin ATMEGA 16 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada Gambar 2.4. dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATMEGA 16 sebagai berikut:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin *Ground*.
3. Port A(PA0...PA7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin masukan ADC.
4. Port B (PB0...PB7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi khusus *Port B*

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PB7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)
PB6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)
PB5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>)
PB4	\overline{S} (<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB3	AIN1 (<i>Analaog Comparator Negative Input</i>) OC0 (<i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i>)
PB2	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>) INT2 (<i>External Interrupt 2 Input</i>)
PB1	T1 (<i>Timer/Counter1 External Counter Input</i>)
PB0	T0 T1 (<i>Timer/Counter0 External Counter Input</i>) XCX (<i>USART External Clock Input/Output</i>)

5. *Reset* merupakan *pin* yang digunakan untuk mereset mikrokontroler
6. XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock* eksternal.
7. AVCC merupakan *pin* masukan tegangan ADC.
8. AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi ADC.

2.3. LCD (*Liquid Crystal Display*) M1632

LCD M1632 merupakan modul LCD dot matrik dengan pengontrol CMOS untu pemakaian daya rendah, sudut pandang yang lebar dan kontras yang tinggi. Di dalam pengontrol ini sudah terdapat ROM/RAM generator karakter dan RAM data tampilan. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh instruksi dan modul yang mudah bisa dihubungkan dengan sebuah mikroprosesor.

Berdasarkan *user manual* (Seiko Instrument : 1987), modul LCD M1632 mempunyai berbagai fitur sebagai berikut:

- a) 16 karakter, dua baris dengan matrik 5 x 7, dan kursor.
- b) *Duty ratio*: 1/16
- c) ROM generator karakter dengan 192 tipe karakter.
- d) RAM generator karakter dengan 8 tipe karakter (oleh program).
- e) 80 x 8 bit RAM data tampilan.
- f) Antarmuka dengan 4 bit dan 8 bit mikroprosesor.
- g) RAM data tampilan dan RAM karakter generator bisa dibaca dari mikroprosesor.
- h) Mempunyai fungsi instruksi :
Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, and Display Shift.
- i) Mempunyai rangkaian *oscillator* sendiri.
- j) Catu daya tunggal +5V.
- k) *Power-on RESET* otomatis.
- l) Proses *CMOS*
- m) Suhu operasi dari 0° C sampai 50° C.

Dalam Gambar 2.4 menunjukkan tampilan LCD M1632 modul dan fungsi pin LCD ditunjukkan dalam Tabel 2.2.



Gambar 2.4. Modul LCD M1632

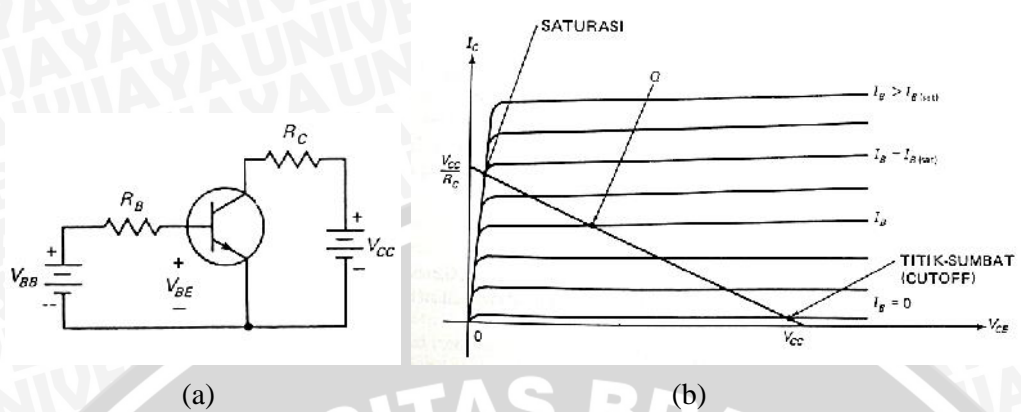
(Sumber : Andrianto, 2008)

Tabel 2.2 Fungsi Pin LCD

Nama Pin	Fungsi
DB0-DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan.
E	Sinyal operasi awal. Sinyal ini mengaktifkan data tulis atau data baca.
R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 : tulis, 1 : baca
Rs	Sinyal pemilih register 0 : instruksi register (tulis) 1 : data register (tuli atau baca)
Vlc	Untuk mengendalikan kecerahan LCD dengan mengubah Vlc.
Vcc	Tegangan catu +5 volt.
Vss	Terminal ground.

2.4. Transistor sebagai Saklar

Transistor adalah komponen semikonduktor yang memiliki kemampuan untuk menguatkan daya (arus dan tegangan). Dalam sistem elektronik daya transistor banyak digunakan sebagai komponen saklar. Keuntungan transistor sebagai saklar elektronik jika dibandingkan dengan saklar mekanik bahwa kecepatan *switching*-nya jauh lebih tinggi, tidak ada bagian mekanik yang bergerak dan memerlukan energi yang lebih kecil untuk *men-driver* dibandingkan dengan energi yang diperlukan oleh saklar mekanik. Transistor sebagai saklar artinya transistor dioperasikan pada keadaan saturasi atau titik sumbat (*cut-off*). Jika transistor berada dalam keadaan saturasi, transistor seperti sebuah saklar yang tertutup, sedangkan dalam keadaan titik sumbat, transistor seperti sebuah saklar yang terbuka (Malvino, 1985:128).



Gambar 2.5. (a) bias basis transistor (b) garis beban DC
(Sumber : Malvino, 1985:127)

Pada Rangkaian dari Gambar 2.5a, tegangan sumber V_{CC} membias balik dioda kolektor melalui R_C . Tegangan pada tahanan ini adalah $V_{CC} - V_{CE}$. Penghitungan I_C dirumuskan melalui persamaan berikut (Malvino, 1985 : 126)

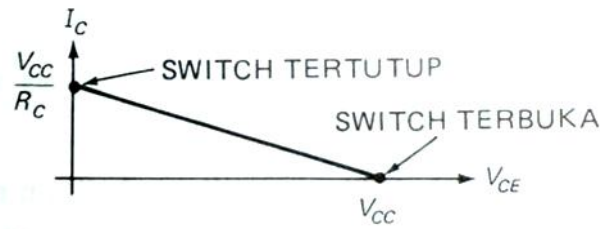
$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} \dots \dots \dots (2-5)$$

Sedangkan untuk arus I_B dalam Gambar 2.6a melalui persamaan berikut (Malvino, 1985 : 128)

$$V_{BB} = I_B R_B + V_{BE}$$

$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_B} \dots \dots \dots (2-6)$$



Gambar 2.6. Titik kerja transistor

(Sumber : Malvino 1985:129)

Jika arus basis lebih besar atau sama dengan $I_{B(sat)}$, titik kerja berada pada ujung atas dari garis beban yang ditunjukkan pada Gambar 2.6, maka transistor menjadi sebuah saklar yang tertutup. Sebaliknya jika arus basis nol, transistor bekerja pada ujung bawah garis beban, dan transistor seperti saklar yang terbuka (Malvino, 1985:129).

2.5. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Kumparan yang tertarik kedalam dan keluar itu dapat menggerakkan diafragma sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

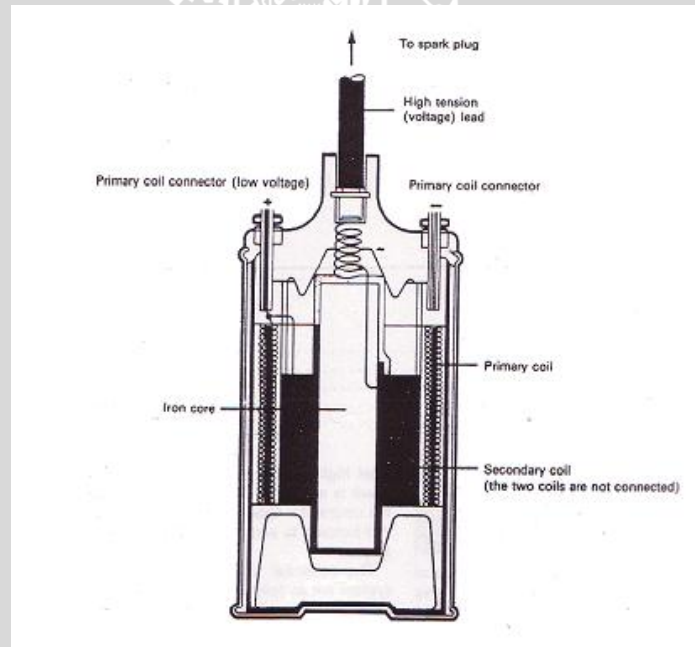
2.6. Koil Sepeda Motor

Koil berfungsi untuk menaikkan tegangan dari tegangan 12 volt menjadi sekitar 10.000 -12.000 volt. Hal ini bertujuan agar bunga api dapat memercik dengan kuat pada elektroda busi. Koil terdiri atas kumparan primer dan kumparan sekunder. Lilitan primer jumlah lilitannya lebih sedikit dari lilitan sekunder. Lilitan sekunder 1500 kali lebih banyak dari lilitan primer. Jadi bila lilitan

primernya 100, maka lilitan sekundernya 150.000 lilitan. Kumparan primer yang dihubungkan ke baterai melalui kunci kontak sedang kumparan sekunder dihubungkan ke busi. Kabel dari kumparan primer lebih kecil dari pada kabel kumparan sekunder. Terdapat tiga macam jenis koil yang digunakan pada sepeda motor :

1. Tipe Canister

Tipe ini mempunyai inti besi di bagian tengahnya dan kumparan sekunder mengelilingi inti besi tersebut. Kumparan primernya berada di sisi luar kumparan sekunder. Keseluruhan komponen dirakit dalam satu rumah di logam canister. Kadang-kadang canister diisi dengan oli (pelumas) untuk membantu meredam panas yang dihasilkan koil. Konstruksi tipe canister ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



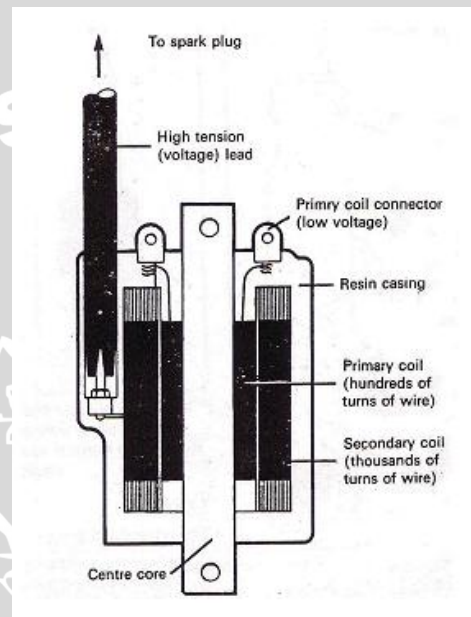
Gambar 2.7. Konstruksi koil Tipe kanister

(Sumber : Jama, 2008)

2. Tipe Moulded

Tipe moulded coil merupakan tipe yang sekarang umum digunakan. Pada tipe ini inti besi di bagian tengahnya dikelilingi oleh kumparan primer,

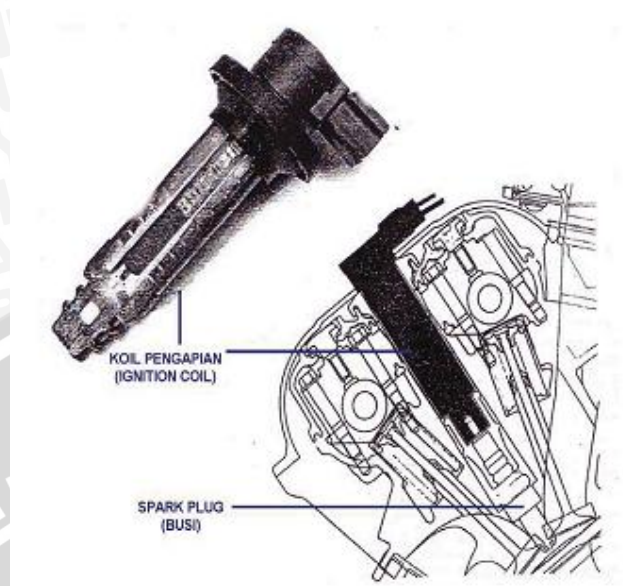
sedangkan kumparan sekunder berada di sisi luarnya. Keseluruhan komponen dirakit kemudian dibungkus dalam resin (damar) supaya tahan terhadap getaran yang biasanya ditemukan dalam sepeda motor. Tipe moulded coil menjadi pilihan yang populer sebab konstruksinya yang tahan dan kuat. Pada mesin multicylinder (silinder banyak) biasanya satu coil melayani dua busi karena mempunyai dua kabel tegangan tinggi dari kumparan sekunder. Konstruksi tipe moulded ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Konstruksi Tipe Moulded
(Sumber : Jama, 2008)

3. Tipe Koil Gabungan dengan Tutup Busi

Tipe koil ini merupakan tipe paling baru dan sering disebut sebagai koil batang (stick coil). Ukuran besar dan beratnya lebih kecil dibanding tipe moulded coil dan keuntungan paling besar adalah koil ini tidak memerlukan kabel tegangan tinggi. Konstruksi tipe Koil Gabungan ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Konstruksi Tipe Koil Gabungan
(Sumber : Jama, 2008)

Berdasarkan uraian teori tentang sistem kerja koil, pembuatan alat pada penelitian ini penulis memanfaatkan koil sebagai pengaman untuk meminimalisir dampak kecelakaan selanjutnya apabila motor terjatuh dengan memutus kabel primer pada koil. Pemanfaatan koil ini dikarenakan apabila sumber tegangan yang masuk kedalam koil diputus maka sepeda motor akan mati. Disamping itu, pemutusan tegangan yang masuk kedalam lilitan primer dapat meminimalisir terjadinya kebakaran ketika terjadi kebocoran bahan bakar dikarenakan tidak adanya percikan api yang dihasilkan oleh busi ketika tegangan pada koil diputus.

BAB III

METODE PENELITIAN

Penyusunan laporan ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiannya agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah penentuan spesifikasi alat, studi literatur, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat, dan pengambilan kesimpulan.

3.1. Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan yaitu :

- Alat akan bekerja ketika sudut kemiringan sepeda $\geq 60^{\circ}$ atau 30° dari tanah.
- Modul sensor yang dipakai adalah modul sensor MMA 7361
- Mikrokontroler yang dipakai adalah ATmega16 buatan Atmel. Yang berfungsi sebagai pemroses masukan dari MMA 7361
- LCD digunakan sebagai penampil sudut kemiringan sepeda motor
- Menggunakan *buzzer* yang berfungsi sebagai penanda bahwa alat mencapai sudut kemiringan $\geq 60^{\circ}$.
- Driver yang digunakan adalah driver transistor.
- Modul sensor dan Mikrokontroler menggunakan supply tegangan $5 V_{DC}$, supply untuk sensor 3,3 V dan untuk relay menggunakan supply $5 V_{DC}$.

3.2. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang sistem yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Teori yang diperlukan antara lain berkaitan dengan rangkaian mikrokontroler ATMEGA 16, modul sensor *accelerometer* MMA 7361, *driver* transistor, *buzzer* dan modul LCD.

3.3. Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan alat dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu *hardware*, *software*.

1. Perancangan *Hardware*

Dalam perancangan sistem ini pada bagian *hardware* terdapat beberapa blok diagram yang diantaranya *input* dari modul *accelerometer* MMA 7361, *mikrokontroller*, *lcd*, *Driver*, *buzzer* dan perancangan *prototype* alat.

2. Perancangan Pembuatan Perangkat Lunak(*software*)

Perancangan perangkat lunak berupa *flowchart* (diagram alir) bahasa pemrograman yang dipakai untuk ATMEGA16. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang nantinya dibuat dan *compile* menggunakan *software codevision AVR*.

3.4. Pembuatan Alat

Pembuatan alat ini meliputi pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan pembuatan perangkat lunak (*software*) sebagai berikut :

1) Pembuatan perangkat keras (*hardware*)

Pembuatan perangkat keras ini direalisasikan berdasarkan perancangan yang telah dilakukan dari masing-masing blok diagram.

2) Pembuatan perangkat lunak (*software*)

Dalam pembuatan perangkat lunak dilakukan berdasarkan diagram alir yang dibuat dan direalisasikan pada *source code* menggunakan program *code vision AVR*.

3.5. Pengujian Alat

Untuk menganalisis kinerja alat apakah sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pengujian sistem. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok pada perancangan *hardware* serta pengujian keseluruhan untuk mengetahui *software* dapat berjalan dengan baik.

3.5.1. Pengujian Perangkat keras (*hardware*)

Pada bagian ini pengujian dilakukan pada masing-masing blok. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah masing- masing blok dapat bekerja sesuai dengan fungsinya seperti yang telah direncanakan. Pengujian tersebut meliputi :

1. Pengujian Modul Accelerometer

Pengujian modul ini dilakukan dengan mengubah posisi modul sensor. Dengan mengubah posisi kemiringan ini apakah perubahan sudut dapat dibaca. Untuk rentang sudut yang dibaca antara 0^0 sampai dengan 90^0 , karena sudut tersebut adalah sudut antara sepeda motor pada saat keadaan tegak lurus dan saat terjatuh.

2. Pengujian Mikrokontroler ATmega 16

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *port-port* dari IC ATmega16 dapat berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan menyambungkan LED pada masing- masing port IC dan diberi logika *high* atau *low*.

3. Pengujian Driver Transistor

Pengujian yang dilakukan dengan cara menghubungkan basis dari transistor ke salah satu pin IC mikrokontroler ATmega16 dan memberikan logika *high*(1). Apabila relay yang tersambung pada transistor bekerja aktif maka transistor dapat bekerja.

4. Pengujian LCD

Pengujian dengan cara menghubungkan LCD pada salah satu *port* pada IC ATmega16 dan memasukkan kata pada *codevision AVR* apakah dapat tampil pada LCD setelah *download*.

3.5.2. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini dengan menyambungkan semua *hardware* yang dibuat berdasarkan blok diagram dan memasukkan program berupa *software* yang bekerja untuk mengendalikan *hardware* yang telah dibuat. Metode yang digunakan yaitu dengan mengubah sudut antara 0^0 sampai 90^0 pada prototype. Setelah itu menganalisis arus yang dihasilkan pada kaki basis transistor sebagai saklar ketika sudut belum mencapai nilai

yang telah ditentukan dan ketika sudut mencapai nilai yang telah ditentukan $\geq 60^{\circ}$.

3.6. Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan didapat berdasarkan hasil perealisasiian sistem implementasi sensor accelerometer MMA 7361 sebagai pengaman pada sepeda motor matic untuk meminimalisir dampak kecelakaan. Beberapa hal hasil pengujian disampaikan dalam kesimpulan disertai realita yang disusun secara berurutan.



BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan dan pembuatan alat dalam bab ini secara garis besar terdapat dua bagian perancangan dalam pembuatan alat yaitu :

- Perancangan perangkat keras (*Hardware*)
- Perancangan perangkat lunak (*Software*)

Pada perancangan perangkat keras akan meliputi rangkaian-rangkaian dan sistem antarmuka pada mikrokontroler yang digunakan pada alat ini. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak meliputi diagram alir dan *software* secara umum.

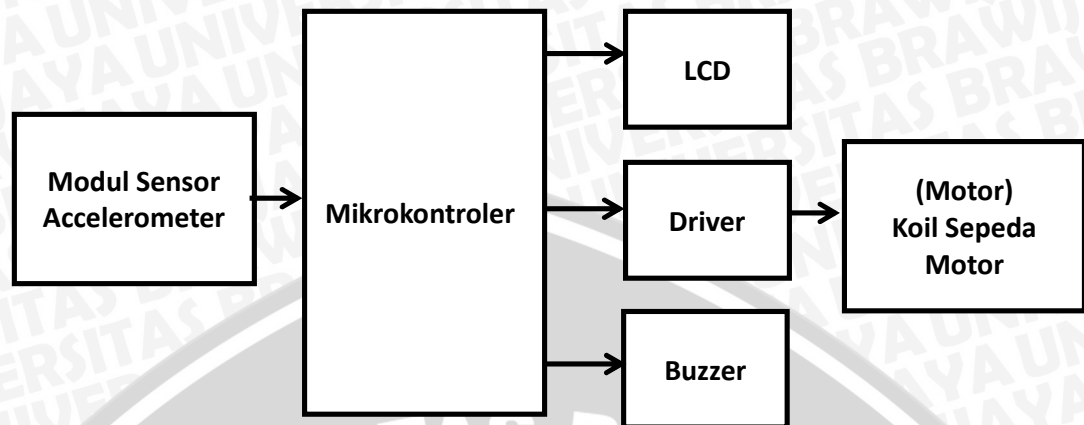
4.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang dirancang yaitu :

- 1) Alat akan bekerja ketika sudut kemiringan sepeda $\geq 60^{\circ}$ atau 30° dari tanah.
- 2) Modul sensor yang dipakai adalah modul sensor MMA 7361
- 3) Mikrokontroler yang dipakai adalah ATmega16 buatan Atmel, yang berfungsi sebagai pemroses masukan dari MMA 7361
- 4) LCD digunakan sebagai penampil sudut kemiringan sepeda motor
- 5) Menggunakan *buzzer* yang berfungsi sebagai penanda bahwa alat mencapai sudut kemiringan $\geq 60^{\circ}$.
- 6) Driver yang digunakan adalah driver transistor.
- 7) Modul sensor dan Mikrokontroler menggunakan supply tegangan 5 V_{DC}, supply untuk sensor 3,3 V dan untuk relay menggunakan supply 5 V_{DC}.

4.2 Diagram Blok Sistem

Keseluruhan bagian *hardware* atau biasa disebut dengan diagram blok *hardware* ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram blok sistem dari *hardware*

Penjelasan masing-masing blok diagram:

a. ATmega 16

Merupakan IC Mikrokontroler yang berfungsi sebagai pemroses dari masukan modul *accelerometer* serta menghasilkan *output* untuk mengendalikan *driver*, mengaktifkan *buzzer* dan membuat tampilan di LCD.

b. Modul sensor *accelerometer*

Merupakan modul sensor yang berfungsi sebagai pembaca kemiringan sepeda motor yang nantinya menghasilkan *output* tegangan analog untuk diproses oleh ADC mikrokontroler.

c. *Driver Transistor*

Driver transistor merupakan penggerak untuk menonaktifkan aliran listrik yang akan masuk ke dalam koil sepeda motor.

d. LCD

Berfungsi sebagai penampil sudut kemiringan yang dihasilkan oleh modul sensor *accelerometer*.

e. Koil sepeda motor

Merupakan bagian dari sepeda motor yang mengalirkan listrik ke sepeda motor dan melipat gandakan tegangan menjadi ribuan volt agar motor dapat aktif.

f. *Buzzer*

Merupakan komponen yang digunakan sebagai *alarm* apabila sensor mencapai sudut yang ditentukan dan pertanda bahwa alat aktif.

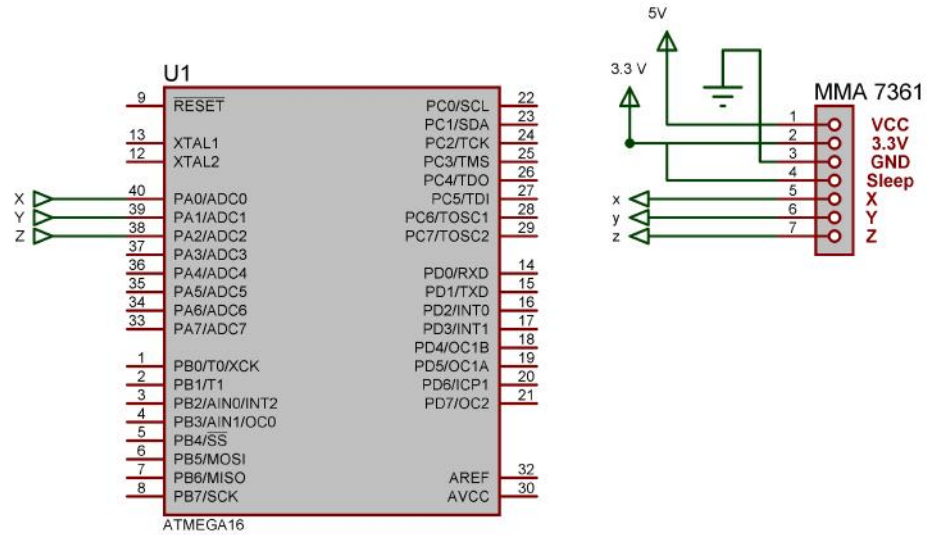
4.3. Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat berdasarkan blok diagram pada Gambar 4.1 sensor *Accelerometer* digunakan sebagai *input* dari alat ini. Sensor ini nantinya akan menghasilkan *output* berupa tegangan analog yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler untuk menjadi sudut menggunakan fitur ADC internal yang terdapat pada IC ATMEGA 16. Mikrokontroler akan menghasilkan *output* yang sudah diolah ke LCD, *driver* dan *buzzer*. LCD pada alat ini digunakan untuk menampilkan data sudut kemiringan yang dihasilkan oleh sensor *accelerometer*. *Driver* akan bekerja ketika mikrokontroler memberikan logika 1 ketika sudut yang dibaca telah mencapai kemiringan yang telah ditentukan yaitu $\geq 60^{\circ}$ dan *buzzer* juga akan menyala. Pada saat *driver* aktif maka aliran listrik pada koil sepeda motor juga akan terputus.

4.4. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

4.4.1. Perancangan Rangkaian Antarmuka Modul MMA7361

Modul MMA7361 ini digunakan untuk mendeteksi kemiringan yang dihasilkan oleh Sepeda motor. Agar modul ini dapat bekerja maka *supply* modul diberi tegangan 5V dan untuk tegangan sensor 3,3 V. Berdasarkan *datasheet* pin *sleep* harus diberi logika atau tegangan 3,3 V untuk mengaktifkan sensor. Sedangkan antarmuka dengan mikrokontroler menggunakan ADC internal ATMEGA16 karena keluaran dari sensor berupa tegangan analog. Gambar antarmuka modul MMA 7361 ditunjukkan dalam Gambar 4.2.

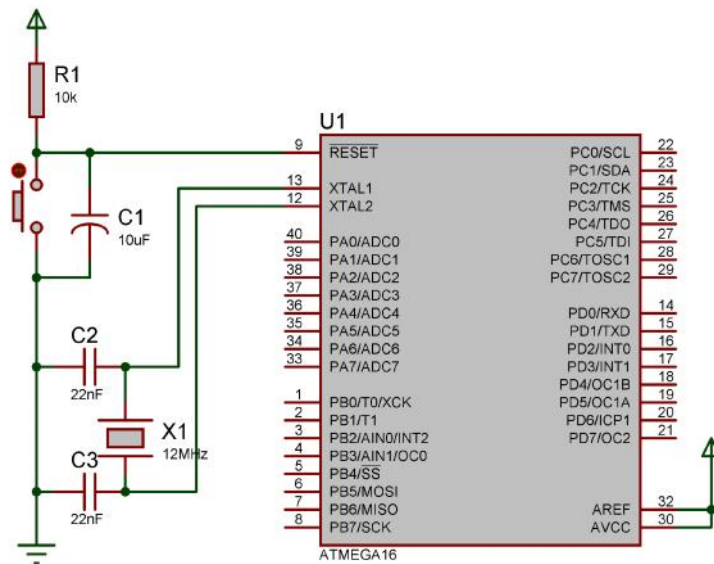


Gambar 4.2. Rangkaian Antarmuka Modul MMA7361 dengan Mikrokontroler ATMEGA16

4.4.2. Perancangan Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler yang digunakan pada rangkaian ini adalah ATmega16 yang termasuk dalam seri AVR. Agar sebuah IC mikrokontroler dapat bekerja maka diperlukan sebuah rangkaian *oscillator* atau pembangkit *clock* dan rangkaian reset. Rangkaian *oscillator* terdiri dari dua kapasitor dan xtal (Kristal). Sedangkan untuk rangkaian reset terdiri dari push button, resistor dan kapasitor.

Pada mikrokontroler ATmega16 nilai XTAL yang diizinkan berkisar antara 0,4 MHz sampai 16 MHz. Dalam perancangan digunakan kristal sebesar 12 MHz. Sedangkan besarnya nilai C1 dan C2 disesuaikan dengan yang tertera dalam *datasheet* antara 12 pF sampai 22 pF. Dalam perancangan minimum sistem ini digunakan kapasitor sebesar 22 pF. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16

Dalam rangkaian mikrokontroler fungsi dari *reset* ini adalah untuk mengulang/ merestart program apabila terjadi *error* pada saat mikrokontroler sedang bekerja. Untuk minimum *time reset* pada *datasheet* mikrokontroler ATmega16 adalah 1,5 μ s. Jadi dalam penentuan komponen penghitungan waktu untuk *time reset* harus di atas dari waktu minimum. Komponen yang digunakan dalam perancangan ini kapasitor 10 μ F dan resistor 10 k . Penghitungan waktu untuk time reset jika diketahui tegangan minimal kapasitor berdasarkan *datasheet* ATmega 16 agar bisa mereset adalah 0.1 V_{CC} , $V_{CC} = 5$ V maka time resetnya adalah:

$$V_{C(min)} = 0.1 \times V_{CC}$$

$$= 0.1 \times 5 \text{ V}$$

$$= 0.5 \text{ V}$$

$$V_C = V_s \cdot e^{-1/R.C(t)}$$

$$0.5 = 5 \cdot e^{-1/10K \cdot 10\mu F}$$

$$\frac{0.5 V}{5 V} = e^{-t/0.1}$$

$$\ln 0.1 = -t/0.1$$

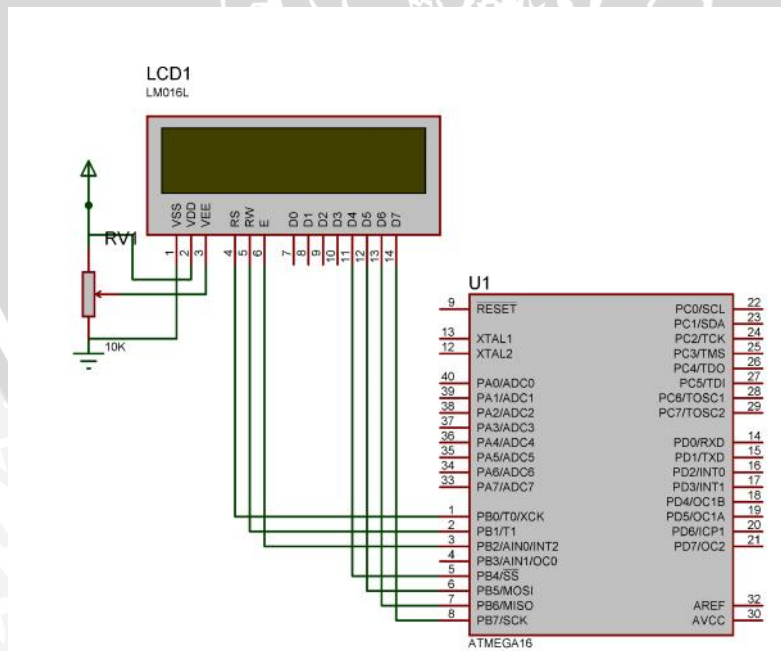
$$-2.3 = -t/0.1$$

$$t = 0.23 \text{ s}$$

Jadi nilai t yang didapat sebesar 0.23 s, sehingga pemilihan komponen kapasitor 10µF dan resistor 10 K memiliki time reset melebihi batasan minimal yang ditentukan oleh *datasheet* ATmega 16.

4.4.3. Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD

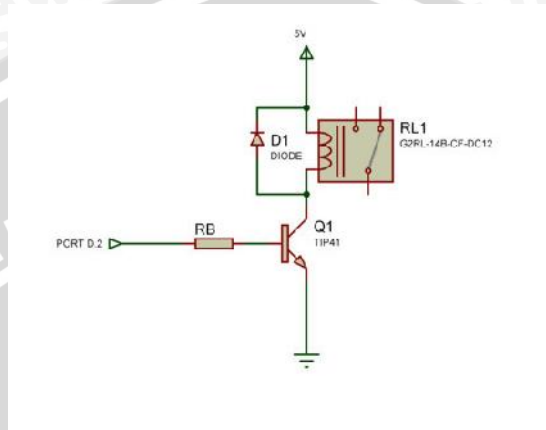
Pada perancangan rangkaian antarmuka LCD ini port yang digunakan pada mikrokontroler adalah PORTB. Terdapat beberapa pin yang digunakan untuk antarmuka dengan mikrokontroler pada LCD di antaranya 3 pin yang digunakan sebagai pin kontrol yaitu pin 4 sebagai RS (*register select*), pin 5 sebagai R/W (*read/write*) dan pin 6 sebagai E (*enable*). Sedangkan untuk jalur data terdapat pada pin 11 – 14 . Untuk rancangan antarmuka LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Rangkaian Antarmuka LCD dengan Mikrokontroler ATmega16

4.4.4. Perancangan Rangkaian Transistor sebagai Saklar

Untuk perancangan ini transistor yang digunakan adalah transistor TIP 41 yang merupakan transistor tipe NPN. Rangkaian transistor sebagai saklar ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Rangkaian Transistor Sebagai Saklar

Pada rangkaian dalam Gambar 4.5. untuk mencapai nilai $I_B = I_{B(sat)}$ atau keadaan yang mengindikasikan bahwa transistor aktif (saklar tertutup) maka perancangan yang harus ditentukan adalah menghitung nilai dari R_B (resistor basis). Nilai maksimum h_{FE} dari *datasheet* transistor TIP41 besarnya 75, V_{BE} memiliki nilai 0.7 V dan *coil power* pada *relay* adalah 200mW, maka untuk menghitung nilai I_C :

$$I_C = P_{relay} / V_{relay}$$

$$I_C = 200mW / 5 V = 40mA$$

Hasil dari penghitungan, Nilai minimum I_C untuk mencapai saturasi sebesar 40 mA. Nilai I_C yang dipakai dalam perancangan sebesar 1A agar nantinya ketika terjadi drop tegangan transistor tetap bisa mencapai kondisi saturasi. Langkah selanjutnya menghitung R_B .

$$I_C = I_B \times h_{FE}$$

$$I_B = I_C / h_{FE}$$

$$\begin{aligned}
 I_B &= 1 / 75 \\
 &= 0.013 \text{ mA} \\
 &= 13 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

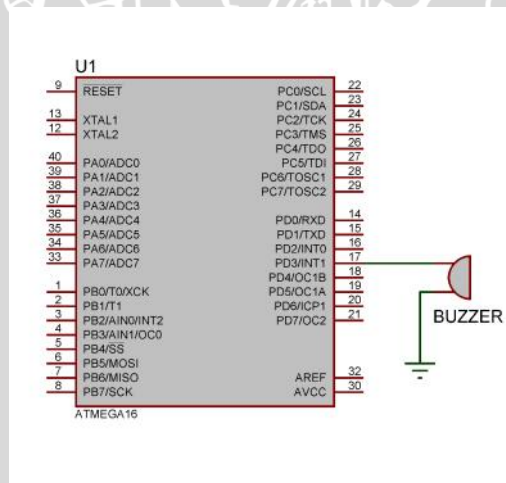
Maka untuk nilai R_B adalah :

$$\begin{aligned}
 R_B &= (V_{BB} - V_{BE}) / I_B \\
 &= (5 - 0,7) / 0,013 \\
 &= 330,76
 \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai R_B untuk mencapai $I_{B(sat)}$ yaitu sebesar 330,76 dan disesuaikan dengan resistor yang ada di pasaran yaitu 330 .

4.4.5. Perancangan Rangkaian Antarmuka Buzzer

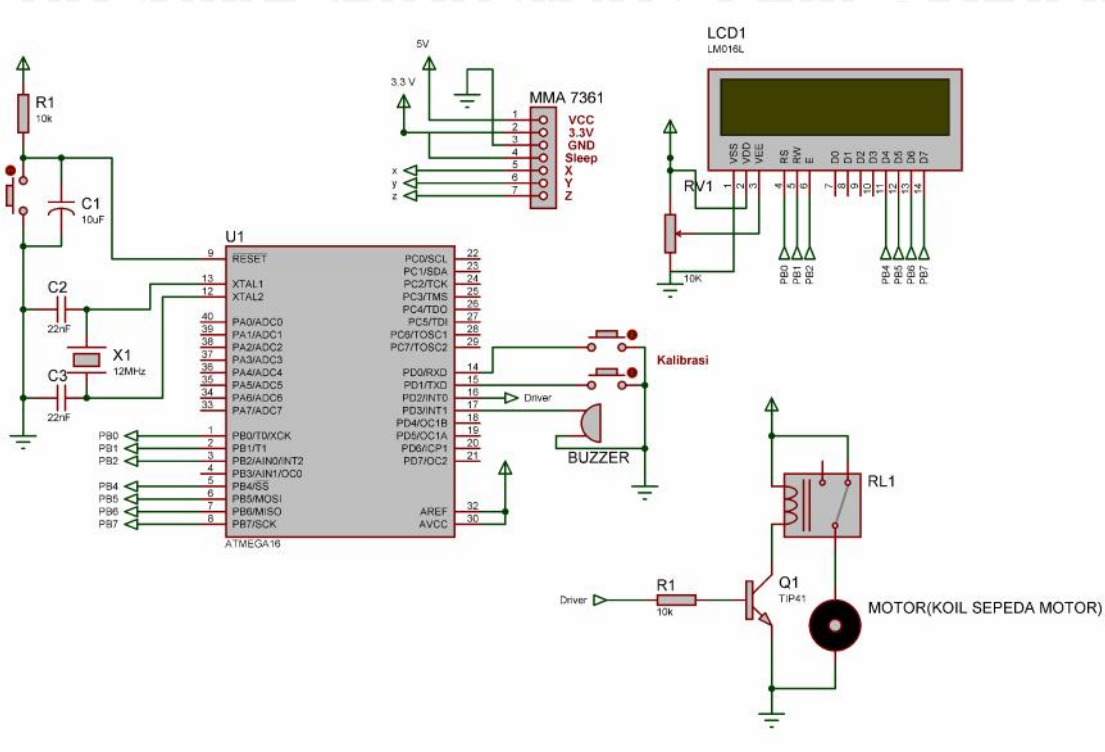
Dalam perancangan antarmuka *buzzer ini*, logika yang digunakan untuk mengaktifkan *buzzer* adalah aktif *high*, jadi *buzzer* akan aktif ketika output dari mikrokontrolluer berlogika 1. Untuk Rangkaian antarmuka *buzzer* dengan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Antarmuka buzzer dengan mikrokontroler

4.4.6. Perancangan Keseluruhan Sistem

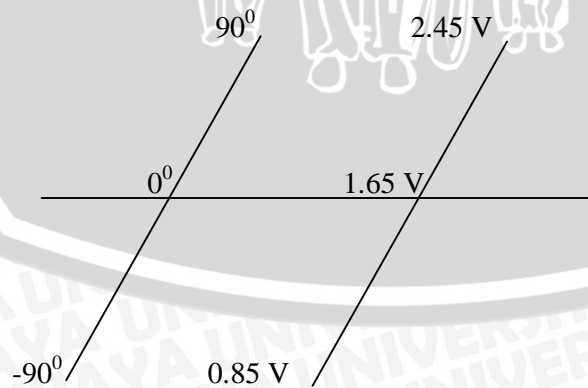
Perancangan ini dilakukan dengan menggabungkan semua perancangan yang telah dilakukan dari masing – masing blok diagram yang telah ditentukan. Untuk sistem keseluruhan dari alat ini ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Rangkaian keseluruhan sistem

4.4.7. Perancangan Resolusi Sensor

Perancangan ini difungsikan untuk merancang besarnya resolusi yang dapat dicapai oleh modul sensor MMA 7361. Berdasarkan *application note AN3447 Implementing Auto-Zero calibration technique for accelerometer* nilai offset dari sensor accelerometer ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Nilai Offset Sensor Accelerometer

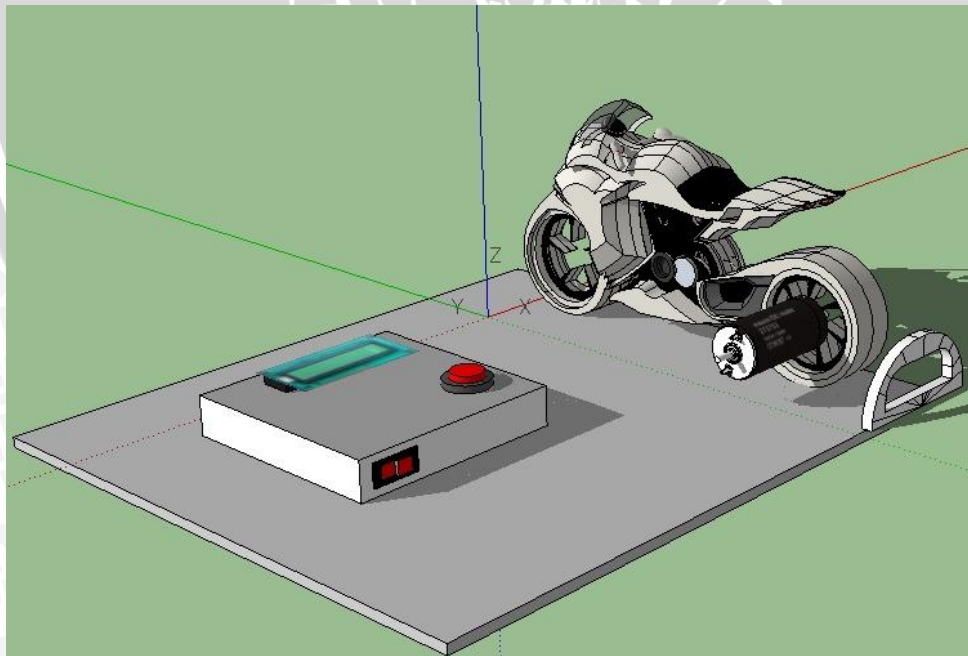
Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa resolusi sensor terhadap sudut modul sensor *accelerometer* sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Resolusi Sensor} &= \frac{2.4 \text{ V} - 0 \text{ V}}{9 \text{ }^\circ} \\ &= 0.027 \text{ V/}^\circ\end{aligned}$$

Jadi dari penghitungan tegangan sensor terhadap resolusi sudut didapatkan bahwa nilai dari resolusi sensor sebesar 0.027 V dalam setiap perubahan 1⁰. Resolusi yang dipakai nantinya dalam pengambilan data sensor sebesar 10⁰ dikarenakan ketelitian tegangan yang dapat dibaca oleh osiloskop digital yaitu dua angka dibelakang koma.

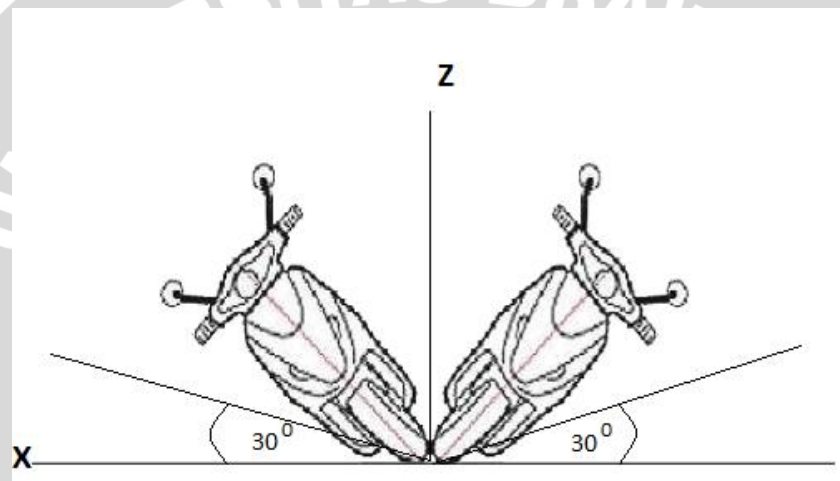
4.4.8. Perancangan Pototype Alat

Perancangan ini untuk merancang bentuk mekanik dari prototipe alat ini. Untuk perancangan prototipe alat ini dapat dilihat dalam Gambar 4.9:



Gambar 4.9. Perancangan Prototipe Alat

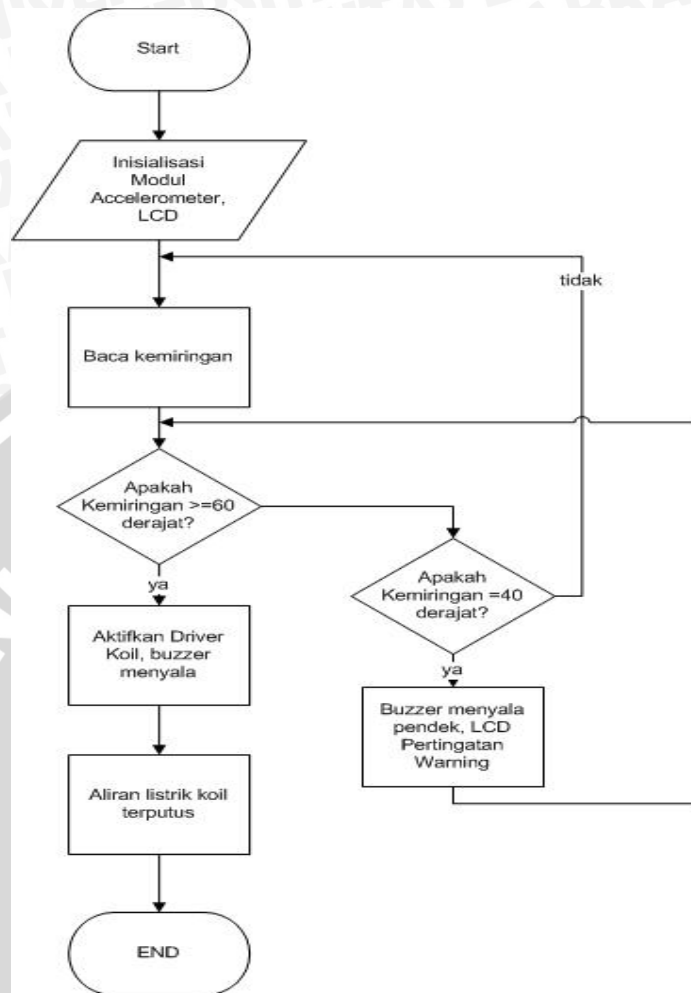
Gambar 4.9. menunjukkan bahwa untuk sumbu X (sumbu berwarna merah) adalah sumbu arah kanan dan kiri pada sepeda motor, sumbu Y (sumbu berwarna hijau) adalah sumbu arah depan dari sepeda motor dan sumbu Z (sumbu berwarna biru) adalah sumbu arah atas dari sepeda motor. Jadi nantinya sumbu yang dipakai sumbu X dan Z. Terdapat dua kondisi yang mendeteksi sepeda jatuh yaitu $\geq 60^\circ$ ke kanan dan ke kiri. Gambar 4.10 menunjukkan kondisi sepeda teerjatuh.



Gambar 4.9. Kondisi Sepeda Terjatuh

4.5. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler berupa diagram alir atau *flowchart*. *Flowchart* ini berfungsi sebagai alur kerja dari rangkain *hardware* yang telah dirancang sebelumnya. Bahasa yang digunakan dalam membuat program untuk alat ini adalah bahasa C. sedangkan compiler yang digunakan yaitu *codevisionAVR*. *Flowchart* dari alat ini ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Flowchart Program Utama Mikrokontroler

Alur kerja dari perancangan *software* diatas adalah pertama mikrokontroler akan melakukan inisialisasi di antaranya inisialisasi modul Accelerometer, LCD dan ADC. Kemudian mikrokontroler akan membaca kemiringan berupa tegangan analog yang dihasilkan oleh modul MMA7361 melalui port ADC. Setelah terbaca maka mikrokontroler akan memprosesnya dengan menampilkan hasil pembacaan sudut di LCD. Apabila sudut yang terbaca sebesar $\geq 60^\circ$, maka mikrokontroler akan memerintahkan driver untuk aktif dengan memberikan logika 1, serta menyalakan *buzzer* sebagai pertanda bahwa sudut mencapai kemiringan yang telah ditentukan. Apabila *driver* aktif maka aliran listrik menuju koil akan terputus sehingga motor akan mati. Kemudian apabila sudut yang terbaca tidak mencapai sudut yang ditentukan maka

mikrokontroler akan memproses ke percabangan lainnya. Dalam percabangan lainnya apabila sudut yang dihasilkan mencapai sudut $=40^{\circ}$ maka buzzer akan menyala pendek beberapa detik sebagai pertanda bahwa sepeda motor berada pada kemiringan maksimal. Sebaliknya apabila setelah masuk percabangan ini sudut yang terbaca tidak memenuhi maka mikrokontroler akan menanyakan kembali pemrosesan sudut $\geq 60^{\circ}$.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V

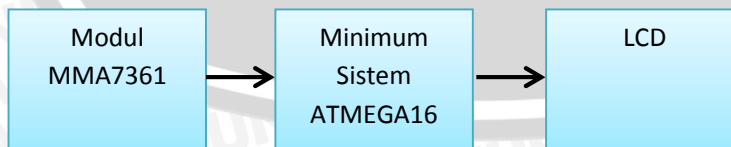
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk menganalisis apakah sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan per blok kemudian secara keseluruhan. Pengujian yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Pengujian Modul Sensor *Accelerometer*.
- 2) Pengujian Minimum Sistem
- 3) Pengujian LCD.
- 4) Pengujian Rangkaian *Driver*.
- 5) Pengujian Keseluruhan Sistem.

5.1 Pengujian Modul Sensor *Accelerometer*

Pengujian modul *accelerometer* ini menggunakan Mikrokontroler ATMEGA16 sebagai pengolah sudut yang ingin ditampilkan dengan LCD dan propscope USB *Oscilloscope* untuk membaca tegangan yang akan dihasilkan oleh modul sensor *accelerometer*. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan hasil perancangan apakah telah sesuai dengan grafik yang telah dijelaskan pada *application note* AN3107 dari MMA7361. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengubah sudut -90° sampai dengan 90° . Dari perubahan sudut setiap 10° yang ditampilkan di LCD, juga diambil data yang dibaca oleh *oscilloscope*. Tabel 5.1. menunjukkan hasil dari pengambilan data tegangan yang dihasilkan oleh modul sensor *accelerometer* pada sumbu X, Tabel 5.2. menunjukkan hasil dari pengambilan data sumbu Y dan Tabel 5.3. menunjukkan hasil dari pengambilan data sumbu Z. Diagram blok pengujian modul sensor *accelerometer* ditunjukkan dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Diagram Blok Pengujian Modul Sensor *accelerometer*

Tabel 5.1. Data Output Tegangan Sumbu X

Sudut	Percobaan Sumbu X (Volt)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-90	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-80	0.79	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
-70	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81
-60	0.89	0.88	0.89	0.88	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.89
-50	0.98	0.98	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96
-40	1.09	1.09	1.08	1.08	1.08	1.07	1.08	1.08	1.08	1.08
-30	1.21	1.19	1.2	1.18	1.17	1.19	1.17	1.18	1.18	1.18
-20	1.32	1.3	1.29	1.28	1.3	1.28	1.31	1.3	1.3	1.31
-10	1.41	1.43	1.41	1.43	1.41	1.41	1.41	1.41	1.43	1.41
0	1.54	1.54	1.55	1.54	1.53	1.54	1.54	1.54	1.54	1.55
10	1.66	1.64	1.67	1.66	1.65	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
20	1.8	1.79	1.79	1.78	1.78	1.78	1.79	1.78	1.79	1.79
30	1.92	1.91	1.92	1.91	1.92	1.92	1.91	1.92	1.92	1.92
40	2.01	2.02	2.03	2.03	2.03	2.02	2.03	2.03	2.02	2.02
50	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
60	2.23	2.22	2.21	2.22	2.23	2.22	2.21	2.22	2.22	2.21
70	2.28	2.28	2.28	2.27	2.27	2.28	2.27	2.27	2.27	2.27
80	2.31	2.31	2.29	2.28	2.28	2.29	2.28	2.28	2.31	2.28
90	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.31	2.31	2.32	2.32	2.32

Tabel 5.2. Data Output Tegangan Sumbu Y

Sudut	Percobaan Sumbu Y									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-90	0.92	0.92	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91
-80	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.93	0.93	0.92	0.93
-70	0.95	0.95	0.96	0.95	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96
-60	1.03	1.02	1.03	1.03	1.02	1.01	1.03	1.03	1.02	1.03
-50	1.09	1.11	1.1	1.09	1.09	1.1	1.09	1.09	1.08	1.09
-40	1.21	1.21	1.2	1.21	1.21	1.22	1.21	1.21	1.22	1.21
-30	1.35	1.34	1.35	1.35	1.34	1.35	1.35	1.34	1.33	1.34
-20	1.48	1.47	1.48	1.46	1.47	1.46	1.46	1.46	1.47	1.47
-10	1.59	1.6	1.59	1.61	1.59	1.6	1.59	1.59	1.59	1.59
0	1.74	1.74	1.75	1.74	1.74	1.73	1.73	1.74	1.74	1.73
10	1.87	1.86	1.87	1.87	1.88	1.88	1.86	1.86	1.88	1.87
20	2.01	2.02	2.02	2.03	2.01	2.02	2.01	2.02	2.02	2.02
30	2.14	2.14	2.15	2.14	2.13	2.14	2.14	2.15	2.15	2.15
40	2.25	2.26	2.25	2.25	2.25	2.25	2.24	2.25	2.26	2.26
50	2.33	2.34	2.34	2.33	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34
60	2.4	2.41	2.42	2.42	2.39	2.39	2.41	2.4	2.41	2.41
70	2.45	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44

Sudut	Percobaan Sumbu Y									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
80	2.46	2.46	2.45	2.46	2.46	2.46	2.45	2.45	2.46	2.45
90	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.48	2.48	2.47

Tabel 5.3. Data Output Tegangan Sumbu Z

Sudut	Percobaan Sumbu Z									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-90	0.53	0.53	0.53	0.52	0.53	0.53	0.53	0.53	0.52	0.51
-80	0.54	0.55	0.55	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.54	0.54
-70	0.57	0.57	0.56	0.57	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.58
-60	0.61	0.61	0.6	0.61	0.61	0.6	0.61	0.61	0.61	0.6
-50	0.66	0.66	0.66	0.67	0.66	0.66	0.67	0.66	0.66	0.65
-40	0.76	0.77	0.75	0.75	0.75	0.76	0.75	0.76	0.74	0.76
-30	0.86	0.85	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.85
-20	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95
-10	1.09	1.09	1.08	1.09	1.08	1.08	1.08	1.08	1.09	1.08
0	1.24	1.23	1.25	1.24	1.24	1.25	1.25	1.25	1.25	1.24
10	1.39	1.39	1.4	1.39	1.39	1.38	1.38	1.38	1.38	1.39
20	1.54	1.54	1.54	1.55	1.54	1.55	1.54	1.55	1.55	1.54
30	1.68	1.68	1.69	1.68	1.67	1.69	1.68	1.67	1.68	1.68
40	1.81	1.81	1.81	1.79	1.81	1.8	1.81	1.81	1.82	1.81
50	1.89	1.9	1.88	1.89	1.88	1.9	1.88	1.88	1.88	1.89
60	1.97	1.97	1.98	1.96	1.97	1.97	1.97	1.97	1.96	1.97
70	2.03	2.02	2.03	2.02	2.01	2.02	2.02	2.03	2.01	2.02
80	2.05	2.04	2.04	2.04	2.04	2.05	2.05	2.05	2.04	2.05
90	2.06	2.06	2.06	2.06	2.05	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06

Untuk rata-rata dari hasil diatas dapat diperoleh dengan persamaan (5-1) (Wiliam D. Cooper , 1985 : 10)

$$Rata-rata = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(5-1)$$

$\sum x$ = Jumlah hasil pembacaan yang dilakukan

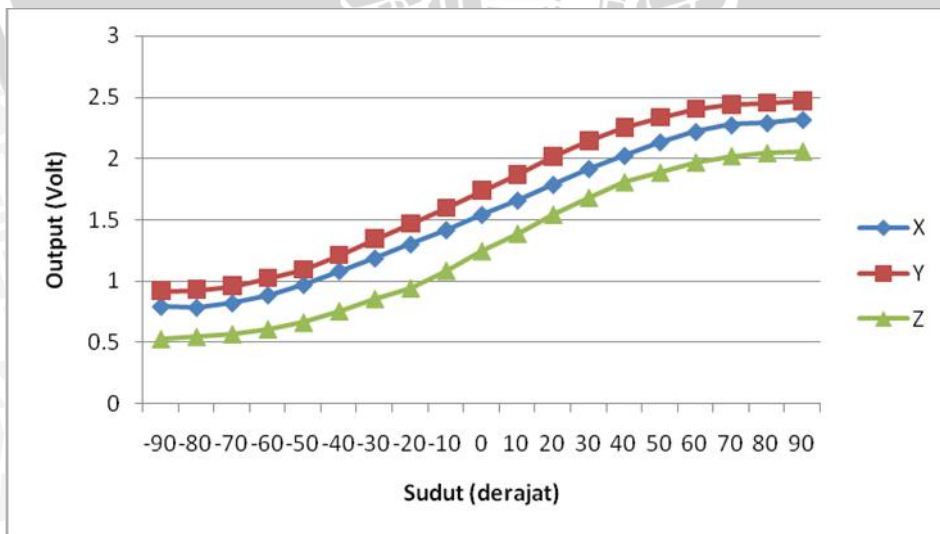
n = jumlah pembacaan

Dengan menggunakan persamaan (5-1) didapatkan rata-rata pada masing – masing sumbu. Tabel 5.4 menunjukkan hasil penghitungan rata-rata pembacaan tegangan dari masing – masing sumbu :

Tabel 5.4. Hasil perhitungan rata –rata Sumbu XYZ

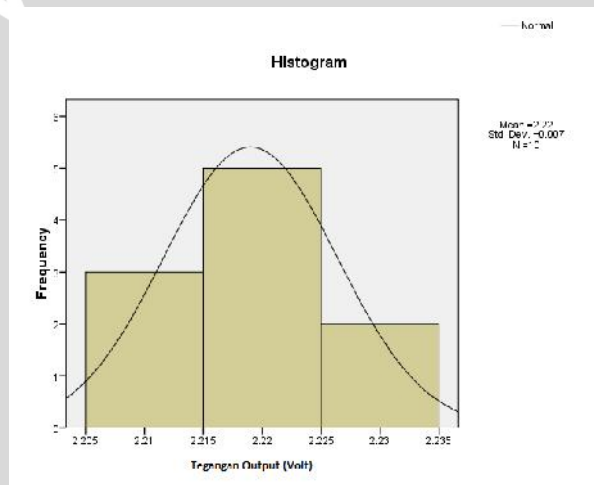
Sudut	Rata -rata Sumbu		
	X	Y	Z
-90	0.79	0.917	0.526
-80	0.782	0.93	0.545
-70	0.817	0.957	0.566
-60	0.884	1.025	0.607
-50	0.968	1.093	0.661
-40	1.081	1.211	0.755
-30	1.185	1.344	0.855
-20	1.299	1.468	0.941
-10	1.416	1.594	1.084
0	1.541	1.738	1.244
10	1.658	1.87	1.387
20	1.787	2.018	1.544
30	1.917	2.143	1.68
40	2.024	2.252	1.808
50	2.135	2.338	1.887
60	2.219	2.406	1.969
70	2.274	2.441	2.021
80	2.291	2.456	2.045
90	2.318	2.472	2.059

Dari hasil rata –rata diatas didapatkan grafik yang ditunjukkan dalam gambar 5.2 :

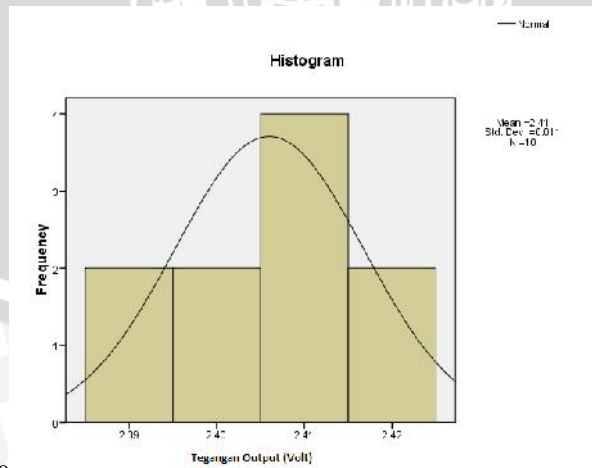


Gambar 5.2. Grafik rata –rata tegangan yang dibaca masing – masing sumbu

Untuk mengetahui kesalahan dari pembacaan tegangan dari masing – masing sumbu dapat diubah menjadi Histogram. Histogram dalam Gambar 5.3, Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 akan menunjukkan terjadinya banyak pembacaan pada tegangan yang didapat pada masing – masing sudut. Hasil histogram ini menggunakan aplikasi statistik yaitu SPSS (*STATISTICAL PRODUCT AND SERVICE SOLUTIONS*) 16 dan yang dibuat sampel sudut set point yaitu 60^0 pada sumbu x, y, z dari data yang telah didapatkan. Gambar 5.3 menunjukkan histogram dari sudut 60^0 pada sumbu x, Gambar 5.4 menunjukkan histogram sudut 60^0 sumbu y dan Gambar 5.5. menunjukkan histogram sudut 60^0 sumbu z.

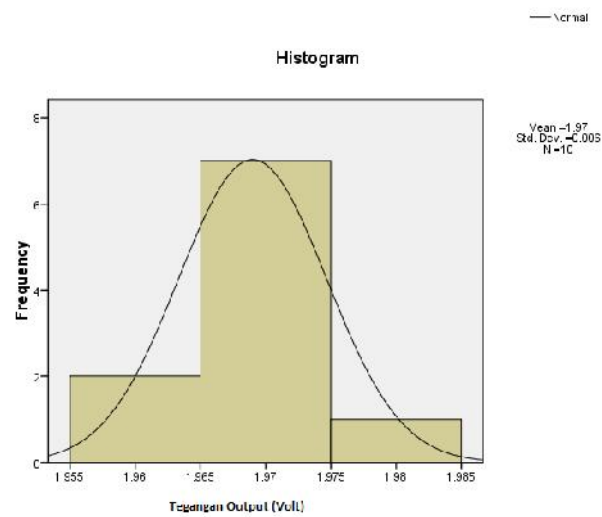


Gambar 5.3. Histogram Tegangan Output sudut 60^0 Sumbu X dengan



n=10

Gambar 5.4. Histogram Tegangan Output Sudut 60^0 sumbu Y dengan n=10



Gambar 5.5. Histogram Tegangan Output Sudut 60° Sumbu Z dengan $n=10$

Grafik yang dihasilkan pada pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 5.2. dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapatkan mendekati grafik yang dihasilkan pada *application note*. Semakin besar tegangan yang dihasilkan semakin besar sudut yang dihasilkan maka berbanding lurus dengan tegangan yang dihasilkan pada masing-masing sumbu.

Error pengukuran yang didapatkan dari pengolahan data sudut 60° pada masing-masing sumbu menggunakan aplikasi SPSS (*STATISTICAL PRODUCT AND SERVICE SOLUTIONS*) 16 adalah *error* sumbu x 0.0023, sumbu y 0.00340, sumbu z 0.00180. Berdasarkan hasil grafik histogram yang ditunjukkan dalam Gambar 5.3, Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 bahwa dalam pengambilan data sebanyak sepuluh kali, masing masing sumbu menunjukkan data pengukuran yang terdistribusi kesalahan normal karena frekuensi pembacaan nilai pengukuran terbanyak berada ditengah grafik histogram.

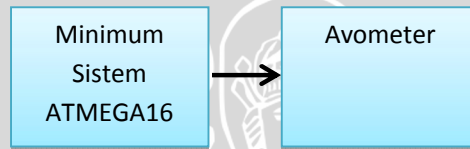
5.2 Pengujian Rangkaian Minimum Sistem ATMEGA 16

Dalam pengujian minimum sistem alat dan komponen yang digunakan antara lain rangkaian minimum sistem ATMEGA16, LCD, Potensiometer dan

Avometer digital. Dalam pengujian minimum sistem ini terdapat dua pengujian yaitu :

➤ Pengujian I/O

Pengujian I/O dilakukan dengan cara memberi logika low (0) dan High pada masing-masing port pada rangkaian minimum sistem. Lalu mencatat tegangan yang dihasilkan masing –masing port sesuai dengan logika yang diberikan. Diagram blok pengujian I/O minimum sistem ditunjukkan dalam Gambar 5.6, Tabel 5.5. menunjukkan tegangan output minimum sistem ATMEGA16 logika 1 dan Tabel 5.6. menunjukkan tegangan output minimum sistem ATMEGA16 logika 0.



Gambar 5.6. Diagram Blok pengujian I/O minimum sistem

Tabel 5.5. Tegangan Output Minimum Sistem ATMEGA16 logika 1

PORT	Logika Input	PORT A										Rata - rata	Teori
		Percobaan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
PORT A.0	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT A.1	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT A.2	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT A.3	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT A.4	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT A.5	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT A.6	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT A.7	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
Rata -rata											4.97	5	

PORT B														
PORT	Logika Input	Percobaan										Rata - rata	Teori	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
PORT B.0	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT B.1	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT B.2	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT B.3	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT B.4	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT B.5	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT B.6	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT B.7	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
Rata -rata												4.97	5	

PORT C														
PORT	Logika Input	Percobaan										Rata - rata	Teori	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
PORT C.0	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT C.1	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT C.2	1	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	5
PORT C.3	1	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	5
PORT C.4	1	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	5
PORT C.5	1	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	5
PORT C.6	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT C.7	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
Rata -rata												4.96	5	

PORT D														
PORT	Logika Input	Percobaan										Rata - rata	Teori	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
PORT D.0	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT D.1	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT D.2	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT D.3	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT D.4	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT D.5	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT D.6	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
PORT D.7	1	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	4.97	5
Rata -rata												4.97	5	

Tabel 5.6. Tegangan Output Minimum Sistem ATMEGA16 logika 0

PORT A													
PORT	Logika Input	Percobaan										Rata - rata	Teori
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
PORT A.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT A.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT A.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT A.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT A.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT A.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT A.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT A.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata												0	0

PORT B													
PORT	Logika Input	Percobaan										Rata - rata	Teori
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
PORT B.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT B.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT B.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT B.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT B.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT B.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT B.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT B.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata												0	0

PORT	Logika Input	Percobaan										Rata - rata	Teori
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
PORT C.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT C.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT C.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT C.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT C.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT C.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT C.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT C.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata-rata												0	0

PORT D													
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PORT D													
PORT	Logika Input	Percobaan										Rata - rata	Teori
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
PORT D.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT D.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT D.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT D.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT D.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT D.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT D.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORT D.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata -rata												0	0

Dari hasil diatas dapat dihitung % kesalahan (*error*) dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan (5-2) :

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{data praktek} - \text{data teori}}{\text{data teori}} \times 100\% \dots\dots\dots(5-2)$$

Hasil penghitungan %*error* dari pengambilan data pada port I/O minimum sistem mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan dalam Tabel 5.7. dan untuk Gambar 5.7 menunjukkan pengujian I/O .

Tabel 5.7. Hasil penghitungan % *error* I/O

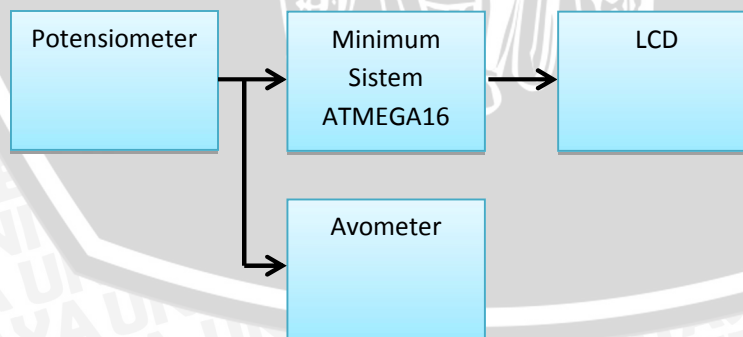
PORT	Logika	% <i>error</i>	Logika	% <i>error</i>
PORT A	1	0.60%	0	0%
PORT B	1	0.60%	0	0%
PORT C	1	0.80%	0	0%
PORT D	1	0.60%	0	0%
Rata -rata <i>error</i>		0.65%		0 %



Gambar 5.7. Pengujian I/O

➤ Pengujian ADC Mikrokontroler

Pengujian ADC dilakukan dengan menguji hasil dari konversi tegangan analog berupa *potensiometer* dan menampilkannya ke LCD. Jika hasil sudah didapat kemudian membandingkannya dengan penghitungan secara teori. Diagram blok dari pengujian ADC mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 5.8, Tabel 5.8 menunjukkan hasil dari konversi ADC dari mikrokontroler dan Gambar 5.9 menunjukkan pengujian ADC.



Gambar 5.8. Diagram blok Pengujian ADC mikrokontroler

Tabel 5.8. Hasil Konversi ADC

Tegangan Input (V)	Percobaan										Rata-rata	Teori*	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	103	103	102	103	103	103	103	103	103	103	103	102.9	102.3
1	204	206	205	204	206	206	206	205	206	206	206	205.4	204.6
1.5	310	309	310	310	310	310	309	311	310	310	310	309.9	306.9
2	412	412	413	412	413	412	413	412	413	413	413	412.5	409.2
2.5	516	517	517	516	516	516	517	517	517	517	517	516.6	511.5
3	619	620	620	620	620	620	619	620	620	620	620	619.8	613.8
3.5	723	723	723	723	723	723	723	723	723	723	723	723	716.1
4	826	826	825	827	826	827	825	827	827	827	827	826.3	818.4
4.5	928	928	928	929	929	929	929	929	929	929	929	928.7	920.7
5	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023

Ket : *Rumus Teori ADC = $V_{in} * 1023/V_{reff}$



Gambar 5.9. Pengujian ADC

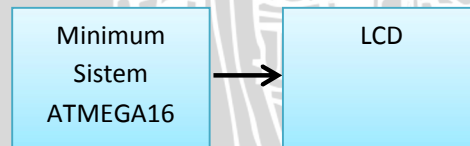
Dari perancangan dapat dihitung % kesalahan dengan persamaan 2. Untuk hasil % kesalahan dari perancangan ditunjukkan dalam Tabel 5.9 :

Tabel 5.9. Hasil penghitungan %error

Tegangan Input (V)	Rata-rata	Teori	% Error
0	0	0	0.00%
0.5	102.9	102.3	0.59%
1	205.4	204.6	0.39%
1.5	309.9	306.9	0.98%
2	412.5	409.2	0.81%
2.5	516.6	511.5	1.00%
3	619.8	613.8	0.98%
3.5	723	716.1	0.96%
4	826.3	818.4	0.97%
4.5	928.7	920.7	0.87%
5	1023	1023	0.00%

5.3 Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan menyambungkan LCD 2x16 dengan port B pada mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan memberi perintah pada mikrokontroler dengan membuat program kemudian menampilkannya pada LCD. Diagram blok dari pengujian LCD mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 5.10.



Gambar 5.10. Diagram Blok Pengujian LCD

Berikut ini merupakan program yang dibuat dengan code vision AVR

```

.....
while (1)
{
    lcd_clear();

```

```
lcd_putsf("coba lcd");  
lcd_gotoxy(0,1);  
lcd_putsf("As'ad Shidqy A");  
delay_ms(500);  
};
```

Langkah yang dilakukan dalam pengujian yaitu membuat program kemudian memasukkan program ke dalam mikrokontroler. Gambar 5.11 menunjukkan hasil dari pengujian LCD

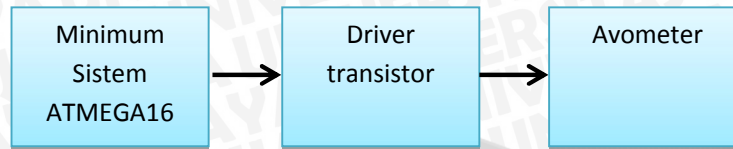


Gambar 5.11. Hasil Pengujian LCD

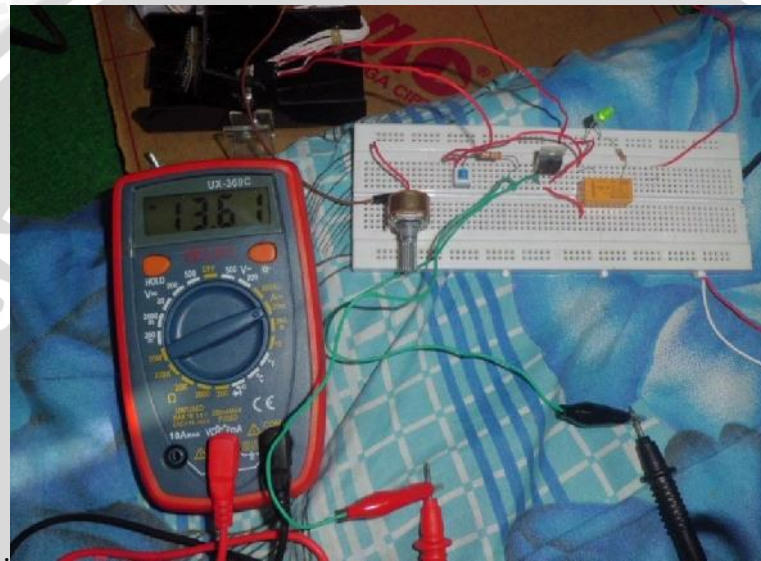
Dari hasil pengujian LCD dapat bekerja dengan baik. Untuk “coba lcd” dimulai pada kolom 0 dan baris 0. Sedangkan untuk “As’ad Shidqy Aziz” berada pada kolom 0 dan baris 1.

5.4 Pengujian *Driver* Transistor

Pengujian *driver* dilakukan dengan cara mengambil data arus yang dihasilkan oleh basis ketika logika diberi *high* dan diberi *low*. Diagram blok dari pengujian *driver* transistor ditunjukkan dalam Gambar 5.12 dan Gambar 5.13 menunjukkan pengujian dari *driver* transistor.



Gambar 5.12. Diagram blok Pengujian Driver Transistor

Gambar 5.13. Pengujian *driver* transistor

Alat yang digunakan dalam pengujian *driver* adalah rangkaian minimum sistem, LCD dan rangkaian *driver*. Setelah data didapat maka dibandingkan dengan hasil secara teori. Untuk penghitungan secara teori besar arus I_B dengan $V_{BB} = 5 \text{ V}_{DC}$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}_{DC}$ dan $R_B = 330$ adalah :

$$\begin{aligned} I_B &= (V_{BB} - V_{BE}) / R_B \\ &= (5 - 0,7) / 330 \\ &= 13,03 \text{ mA} \end{aligned}$$

Untuk hasil pengujian dari perancangan *driver* transistor ini ditunjukkan dalam Tabel 5.10

Tabel 5.10. Hasil Pengujian *Driver Transistor*

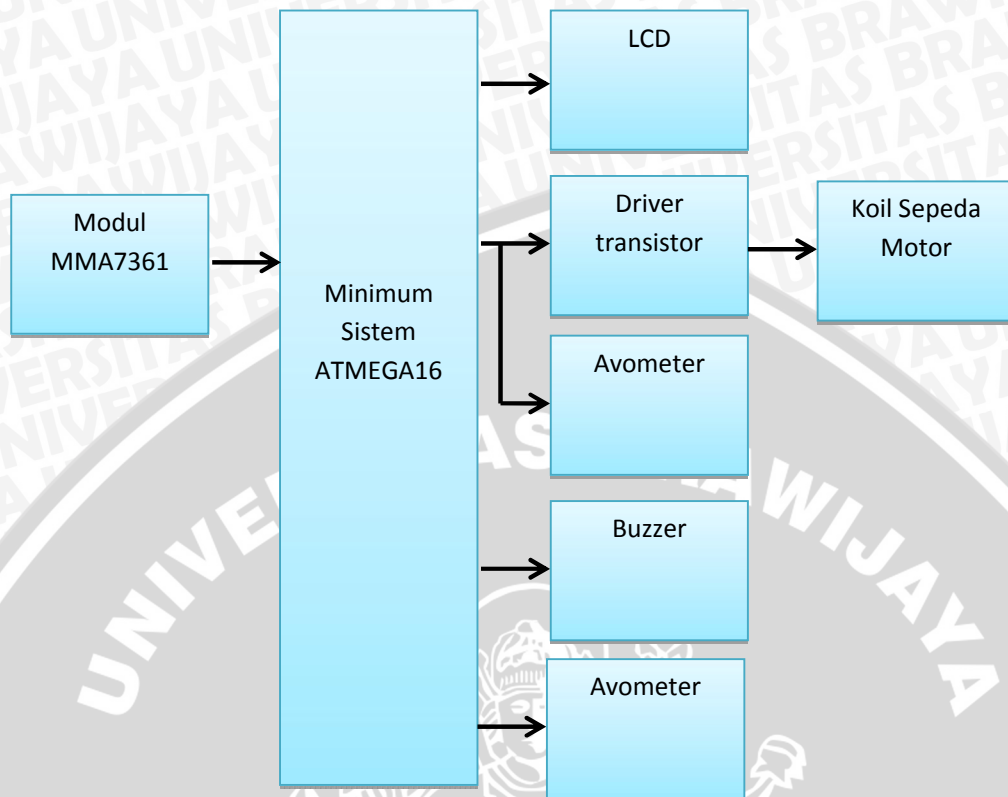
Tegangan Input (V)	Percobaan I_B (mA)										Rata – rata (mA)	Teori I_B (mA)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
5	13.61	13.88	13.83	13.88	13.61	13.65	13.7	13.61	13.82	13.86	13.75	13.03
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0

Dari hasil pengujian bahwa *driver* dapat bekerja dengan baik ketika diberi logika 1 *driver* menjadi aktif. Dari data yang didapat dari pengujian juga dapat dihitung %kesalahan yaitu dengan membandingkan hasil yang didapat dalam pengujian dan hasil yang didapat pada perhitungan secara teori. Di bawah ini merupakan % kesalahan dari perancangan :

$$\begin{aligned}
 \% \text{kesalahan} &= \frac{\text{data pengujian} - \text{data teori}}{\text{data teori}} \times 100\% \\
 &= \frac{13.75 - 13.03}{13.03} \times 100\% \\
 &= \frac{0.72}{13.03} \times 100\% \\
 &= 0.0548 \times 100\% \\
 &= 5.49 \%
 \end{aligned}$$

5.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini bertujuan untuk menguji sistem dapat berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan semua perangkat/interface yang telah dirancang dari perancangan semua hardware dan perancangan *software*. Untuk diagram blok dari pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan pada Gambar 5.14



Gambar 5.14. Diagram Blok Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah semua perangkat telah terpasang selanjutnya mengambil data berupa arus I_B , output tegangan pada *port* D.2, dan output tegangan pada *port* D.3 berdasarkan perubahan sudut antara $0 - 90^\circ$ dengan kenaikan 10° dan kenaikan 1° untuk sudut antara $55^\circ - 60^\circ$ untuk mengetahui respon tegangan yang dihasilkan oleh mikrokontroler pada saat sudut kritis sebelum setpoint yang ditentukan yaitu 60° . Untuk pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan dalam Gambar 5.15 dan Tabel 5.11 menunjukkan data dari pengujian keseluruhan sistem.



Gambar 5.15. pengujian keseluruhan sistem

Tabel 5.11 Data Pengujian Keseluruhan Sistem

Sudut (^o)	Percobaan														
	1			2			3			4			5		
	I _B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)	I _B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)	I _B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)	I _B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)	I _B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	4.93	0	0	4.92	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
50	0	0	4.93	0	0	4.93	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
55	0	0	4.93	0	0	4.93	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
56	0	0	4.93	0	0	4.93	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
57	0	0	4.93	0	0	4.93	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
58	0	0	4.93	0	0	4.93	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
59	0	0	4.93	0	0	4.93	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
60	11.73	4.66	4.93	11.77	4.66	4.93	11.8	4.66	4.94	11.82	4.66	4.94	11.81	4.66	4.94
61	11.7	4.67	4.93	11.76	4.66	4.93	11.82	4.67	4.94	11.81	4.66	4.94	11.81	4.66	4.94
62	11.75	4.67	4.93	11.76	4.66	4.93	11.82	4.67	4.94	11.81	4.66	4.94	11.81	4.66	4.94
70	11.78	4.66	4.93	11.76	4.66	4.93	11.82	4.66	4.94	11.81	4.66	4.94	11.82	4.66	4.94
80	11.77	4.66	4.93	11.74	4.66	4.93	11.81	4.66	4.94	11.82	4.66	4.94	11.82	4.66	4.94
90	11.77	4.66	4.93	11.75	4.66	4.93	11.82	4.66	4.94	11.82	4.66	4.94	11.82	4.66	4.94

Sudut ($^{\circ}$)	Percobaan														
	6			7			8			9			10		
	I_B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)	I_B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)	I_B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)	I_B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)	I_B (mA)	Vport D.2 (V)	Vport D.3 (V)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
50	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
55	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
56	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
57	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
58	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
59	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94	0	0	4.94
60	11.81	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.79	4.67	4.94	11.82	4.67	4.94	11.79	4.67	4.94
61	11.81	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.81	4.67	4.94	11.82	4.67	4.94	11.79	4.67	4.94
62	11.81	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.81	4.67	4.94	11.81	4.67	4.94	11.79	4.67	4.94
70	11.81	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.81	4.67	4.94	11.79	4.67	4.94
80	11.81	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.81	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.79	4.67	4.94
90	11.82	4.67	4.94	11.78	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.8	4.67	4.94	11.79	4.67	4.94

Keterangan Tabel :

- 50° – 59° sudut kritis sebelum set point, sudut 40° sudut maksimal kemiringan sepeda motor matic dan 60° setpoint kemiringan untuk mematikan mesin sepeda motor
- V port D.3 merupakan tegangan untuk buzzer
- V port D.4 merupakan tegangan output mikrokontroler untuk mengaktifkan *driver* transistor
- I_B merupakan arus basis yang diukur pada basis *driver* transistor
- Perubahan Tegangan dari 0 ke 4.987 V pada port D.3 menandakan bahwa *buzzer aktif*
- *Driver* aktif ketika masuk pada set point 60° . Perubahan tegangan dari 0 ke 4.665 V pada port D.2

Dari pengujian keseluruhan bahwa alat berjalan dengan baik berdasarkan algoritma yang digunakan pada *flowchart* yang dibuat. Dari percobaan didapatkan ketika sudut $0 - 30^{\circ}$ nilai yang terbaca untuk I_B , VportD.2 dan VportD.3 bernilai 0. Ketika sudut mencapai 40° atau sudut maksimal dari sepeda motor matic *buzzer* aktif ditandai dengan tegangan yang dihasilkan oleh output dari mikrokontroler sebesar 4.94 V. Pada saat pengujian sudut kritis antara $55 - 59^{\circ}$ dengan kenaikan setiap 1° tegangan yang dihasilkan oleh VportD.2 atau tegangan output mikrokontroler untuk mengaktifkan *driver* transistor tetap bernilai 0 dan arus I_B juga tetap bernilai 0. Ketika sudut mencapai set point yaitu $\geq 60^{\circ}$ tegangan dan arus pada I_B mulai terbaca serta *driver* transistor aktif untuk memutus aliran listrik yang menuju koil sepeda motor matic. Untuk rata – rata pembacaan arus dan Vout port D.2 ketika mencapai setpoint dibawah ini menggunakan persamaan (5-1).

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata } I_B &= \frac{\sum x}{n} \\ &= \frac{707.78}{60} \\ &= 11.796 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rata - rata Vport D.2} &= \frac{\sum x}{n} \\ &= \frac{279.94}{60} \\ &= 4.666 \text{ V}\end{aligned}$$

Untuk % kesalahan dari pembacaan mencapai sudut setpoint diatas:

$$\begin{aligned}\% \text{kesalahan Vport D.2} &= \frac{|\text{data pengujian} - \text{data teori}|}{\text{data teori}} \times 100\% \\ &= \frac{|4.666 - 5|}{5} \times 100\% \\ &= \frac{0.334}{5} \times 100\% \\ &= 0.0668 \times 100\% \\ &= 6.68 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{kesalahan Vport I}_B &= \frac{|\text{data pengujian} - \text{data teori}|}{\text{data teori}} \times 100\% \\ &= \frac{|11.796 - 13.03|}{13.03} \times 100\% \\ &= \frac{1.234}{13.03} \times 100\% \\ &= 0.0947 \times 100\% \\ &= 9.47\%\end{aligned}$$

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sudut yang ditentukan untuk memutus aliran listrik pada koil sepeda motor dalam perancangan sistem alat pengaman pada sepeda motor memanfaatkan sensor accelerometer MMA 7361 yaitu sebesar $\geq 60^{\circ}$ atau 30° dari tanah. Sudut kemiringan maksimal yang ditentukan untuk menampilkan peringatan bahwa sepeda motor mencapai kemiringan maksimal sebesar 40° .
2. Perancangan antarmuka MMA 7361 dilakukan dengan menghubungkan *output* sensor dengan ADC mikrokontroler ATMEGA16. Hasil pengujian perancangan antarmuka mikrokontroler dengan sensor MMA 7361 menghasilkan grafik yang sesuai dengan grafik yang dihasilkan sensor pada *application note*. Tegangan yang dihasilkan sensor berbanding lurus dengan sudut yang dihasilkan. Semakin besar sudut yang dihasilkan oleh sensor MMA7361 maka tegangan yang dihasilkan semakin besar pula.
3. Hasil pengujian keseluruhan sistem dapat bekerja sesuai dengan *flowchart* yang dibuat. Saat sudut mencapai 40° maka LCD akan menampilkan peringatan bahwa sudut mencapai kemiringan maksimal dan *buzzer* menyala. Pada saat sudut mencapai kemiringan kritis 4 derajat sebelum *setpoint* yaitu $55^{\circ} - 60^{\circ}$ *driver* transistor tetap belum aktif dan ketika sudut tepat mencapai *setpoint* yang ditentukan yaitu $\geq 60^{\circ}$ maka *driver* transistor akan memutus aliran listrik koil sepeda motor dan *buzzer* menyala.

6.2 Saran

Beberapa hal yang dapat dikembangkan untuk kesempurnaan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh tingkat ketelitian yang lebih tinggi pada pembacaan sudut diperlukan sebuah filter digital. Disarankan untuk filter digital yang digunakan selain filter kalman.

2. Perlu dilakukan penelitian atau pengembangan selanjutnya untuk sistem ini pada sepeda motor non matic.

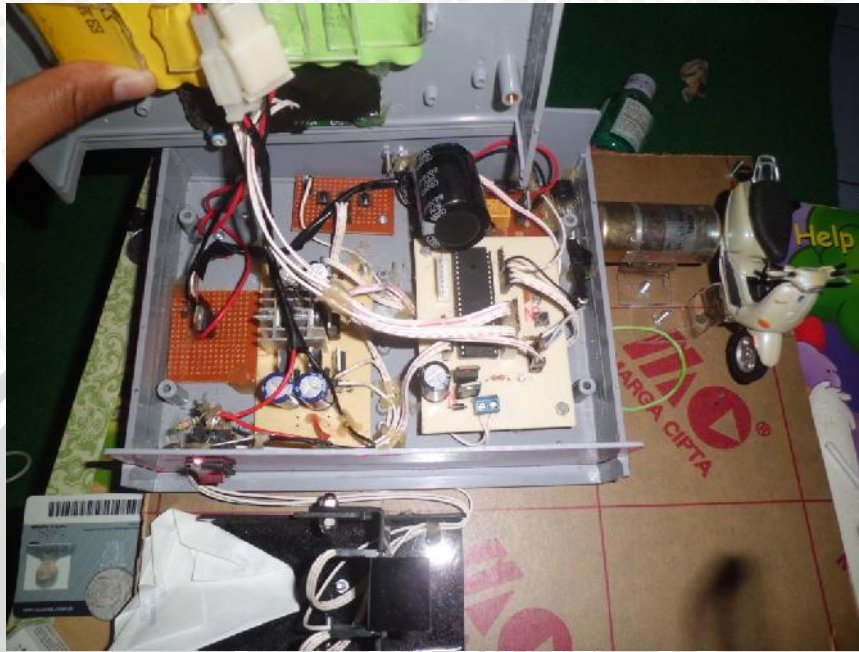


Daftar Pustaka

- Andrianto, Heri. 2008. *Pemograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*. Bandung : Informatika Bandung.
- Atmel. 2010. *ATmega 16*, (Online), (<http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>, diakses 1 Desember 2013)
- COOPER, William D. 1985. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik – teknik Pengukuran*. Jakarta : Erlangga
- Elektro-kontrol. 2011. *PENGUKURAN KEMIRINGAN MENGGUNAKAN ACCELEROMETER MMA7260 DENGAN CODEVISION AVR TERKALIBRASI*, (Online), (<http://elektro-kontrol.blogspot.com/2011/06/pengukuran-kemiringan-menggunakan.html>, diakses 27 September 2013)
- Freescale. 2005. *Measuring Tilt with Low-g Accelerometer*, (Online), (http://aitendo3.sakura.ne.jp/aitendo_data/product_img/sensor/MMA7260Q/MMA7260QT_A_N3107.pdf, diakses 1 Desember 2013)
- Jama, Jalius. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan.
- Malvino, A.P. 1985. *Prinsip-Prinsip Elektronika Edisi Ketiga*. Terjemahan: Barmawi, M. & Tjia, M.O. Jakarta: Erlangga.
- Motogp. 2013. *MotoGP™ Lean Angle Experience*, (Online), (<http://www.youtube.com/watch?v=J73XRDGPcpE>, diakses 1 Januari 2013)
- Republika. 2013. *Polri: Motor Sumbang Angka Kecelakaan Paling Besar*, (Online), (<http://www.republika.co.id/berita/nasional/jabodetabek-nasional/13/04/26/mlv5tg-polri-motor-sumbang-angka-kecelakaan-paling-besar>, diakses 1 Desember 2013)
- Seiko Instrument Inc. 1987. *LCD Module M1632 User Manual*. Printed in Japan. pp. 12-13.
- Sparkfun. 2011. *MMA7361L Datasheet*, (online), (<https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/General/MMA7361L.pdf>, diakses 1 Desember 2013)

LAMPIRAN I

FOTO ALAT



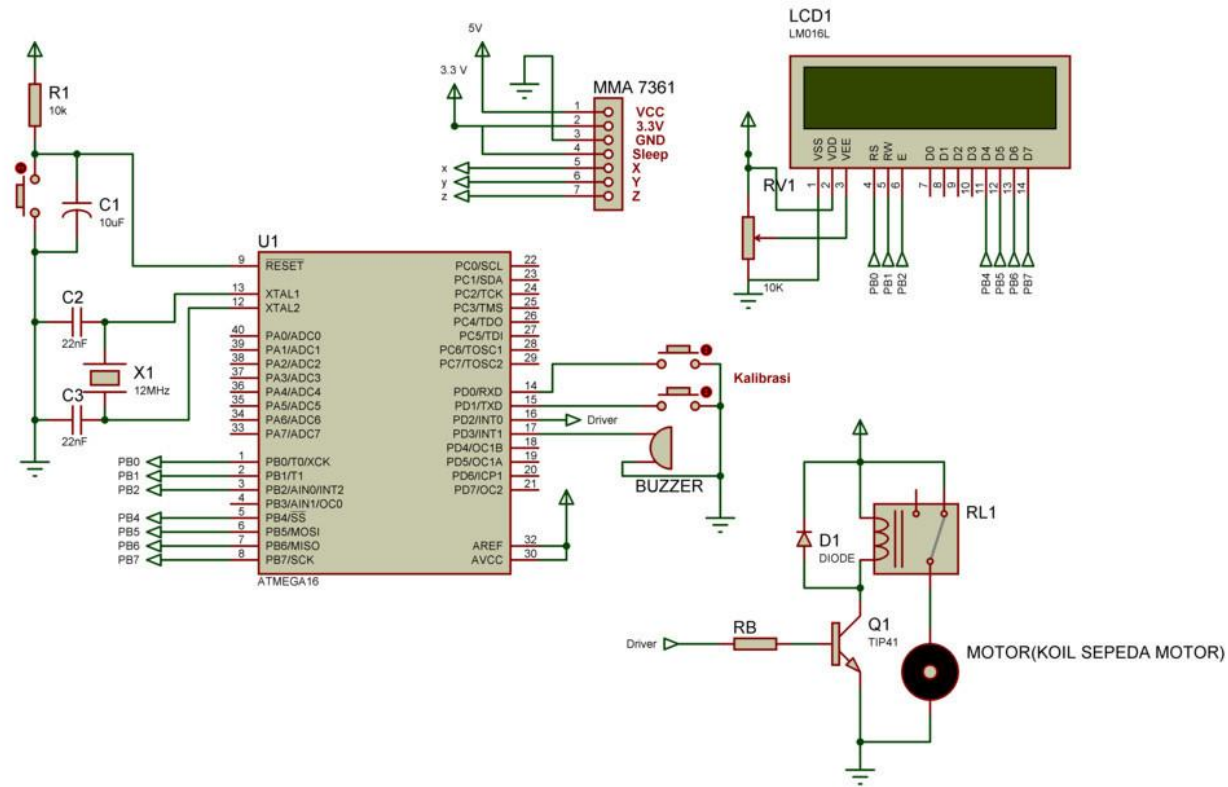
Gambar 1. Foto Komponen Alat



Gambar 2. Foto Alat Keseluruhan

LAMPIRAN II

SKEMATIK KESELURUHAN ALAT



LAMPIRAN III

LISTING PROGRAM MIKROKONTROLER ATMEGA16

(CODEVISION AVR)

```

int VoutX, VoutY, VoutZ, VoutY, a, b , g0X,      sudut5 = (sudut5*180)/3.14;
g0Y, g0Z, g1X, g1Y, g1Z;                       sudut =
char temp[16],kalib;                            (sudut1+sudut2+sudut3+sudut4+sudut5)/5;
float Ax, Az,
Ay,sudut,sudut1,sudut2,sudut3,sudut4,sudut5;    if(sudut<0)
                                                {
                                                sudut=sudut*(-1);
                                                }
#include <mega16.h>

// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
.equ __lcd_port=0x18 ;PORTB
#endasm
#include <lcd.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x40

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the
ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)!=0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}

void baca_adc() //baca adc untuk sumbu X
dan Z
{
VoutX = (float)read_adc(0);
//Pembacaan Tegangan Output untuk sumbu X
VoutY = (float)read_adc(1);
//Pembacaan Tegangan Output untuk sumbu Y
VoutZ = (float)read_adc(2);
//Pembacaan Tegangan Output untuk sumbu Z
}

void hitung_accelerometer()
{
Ax = (float)(VoutX - g0X)/(g1X-g0X);
//persamaan menghitung percepatan X
Ay = (float)(VoutY - g0Y)/(g1Y-g0Y);
//persamaan menghitung percepatan Y
Az = (float)(VoutZ - g0Z)/(g1Z-g0Z);
//persamaan menghitung percepatan Z

// persamaan menghitung sudut, masih dalam
radian
sudut1 = atan2(Ax,Az);
sudut2 = atan2(Ax,Az);
sudut3 = atan2(Ax,Az);
sudut4 = atan2(Ax,Az);
sudut5 = atan2(Ax,Az);

//ubah radian ke dalam sudut
sudut1 = (sudut1*180)/3.14;
sudut2 = (sudut2*180)/3.14;
sudut3 = (sudut3*180)/3.14;
sudut4 = (sudut4*180)/3.14;

void tampil_kalibrasi() //Menampilkan Hasil
Kalibrasi
{
if (PIND.l==0)
{
lcd_clear();
itoa(g0X,temp);
// Hasil Kalibrasi Sumbu X untuk zero
detection
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts(temp);

itoa(g0Y,temp);
// Hasil Kalibrasi Sumbu Y untuk zero
detection
lcd_gotoxy(4,0);
lcd_puts(temp);

itoa(g0Z,temp);
// Hasil Kalibrasi Sumbu Z untuk zero
detection
lcd_gotoxy(8,0);
lcd_puts(temp);

lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("g0X g0Y g0Z");
delay_ms(5000);

lcd_clear();
itoa(g1X,temp);
// Hasil Kalibrasi Sumbu X untuk One
detection
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts(temp);

itoa(g1Y,temp);
// Hasil Kalibrasi Sumbu Y untuk one
detection
lcd_gotoxy(4,0);
lcd_puts(temp);

itoa(g1Z,temp);
// Hasil Kalibrasi Sumbu Z untuk one
detection
lcd_gotoxy(8,0);
lcd_puts(temp);

lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("g1X g1Y g1Z");
delay_ms(5000);
}
}

void kalibrasiZ()// kalibrasi Z
{
if (PIND.0==0 && kalib==3)
{
g0X = VoutX;
g0Y = VoutY;
g1Z = VoutZ;
}
}

```

```

        kalib=2;
        lcd_clear();
        lcd_putsf("proses cal. Z");
        delay_ms(3000);
    }
}

void kalibrasiX()// kalibrasi X
{
    if (PIND.0==0 && kalib==2)
    {
        g1X = VoutX;
        g0Z = VoutZ;
        kalib=1;

        lcd_clear();
        lcd_putsf("proses cal. X");
        delay_ms(3000);
    }
}

void kalibrasiY()
{
    if (PIND.0==0 && kalib==1)
    {
        g1Y = VoutY;
        kalib=3;

        lcd_clear();
        lcd_putsf("proses cal. Y");
        delay_ms(3000);
    }
}

void tampilkan_lcd()//nampilin nilai sudut
{
    lcd_clear();
    lcd_putsf("Kmiringan:");
    ftoa(sudut,1,temp);
    lcd_gotoxy(10,0);
    lcd_puts(temp);
    lcd_gotoxy(15,0);
    lcd_putchar(0xDF);
}

void aktif() //fungsi untuk mengaktifkan
relay
{
    // relay altif ketika sudut >=60 dan <= 95
    if (sudut<=95&&sudut>=60)
    {
        a=0;
        b=1;//masuk while b
    }
    else
    {
        if(sudut<60)
        {
            PORTD.2=0;
            PORTD.3=0;
        }
    }
}

void maksimum()
//fungsi saat kemiringan maksimum
{
    if (sudut>=40&&sudut<=59)
    {
        baca_adc();
        hitung_accelerometer();
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
    }
}

    lcd_putsf("Warning!!!");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("kmrngn Maksimal");
    PORTD.3=1;//buzzer aktif
    delay_ms(500);
    PORTD.3=0;
    delay_ms(500);
    PORTD.3=1;
    delay_ms(500);
    PORTD.3=0;
    delay_ms(1500);
    baca_adc();
    hitung_accelerometer();
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Warning!!!");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("Kmiringan:");
    ftoa(sudut,1,temp);
    lcd_gotoxy(10,1);
    lcd_puts(temp);
    lcd_gotoxy(15,1);
    lcd_putchar(0xDF);
    PORTD.3=1;//buzzer aktif
    delay_ms(500);
    PORTD.3=0;
    delay_ms(500);
    PORTD.3=1;
    delay_ms(500);
    PORTD.3=0;
    delay_ms(500);
}

void relay()// fungsi untuk mengaktifkan
relay
{
    PORTD.2=1;
    PORTD.3=1;
}

void lcd_relay()// fungsi LCD ketika sepeda
mati
{
    lcd_clear();
    lcd_putsf("Spda Motor Mati");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("Kmiringan:");
    ftoa(sudut,1,temp);
    lcd_gotoxy(10,1);
    lcd_puts(temp);
    lcd_gotoxy(15,1);
    lcd_putchar(0xDF);
    delay_ms(1000);
}

void main(void)
{
    PORTC=0xFF;
    DDRC=0xFF;

    PORTD=0x03;
    DDRD=0xFC;

    ACSR=0x80;
    SFIOR=0x00;

    ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
    ADCSRA=0x84;

    TCCR0=0x05;
    TCNT0=0x8A;
    OCR0=0x00;

    GICR|=0x40;
}

```

```

MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;
GIFR=0x40;
TIMSK=0x00;

lcd_init(16);
kalib = 3;
a=1;

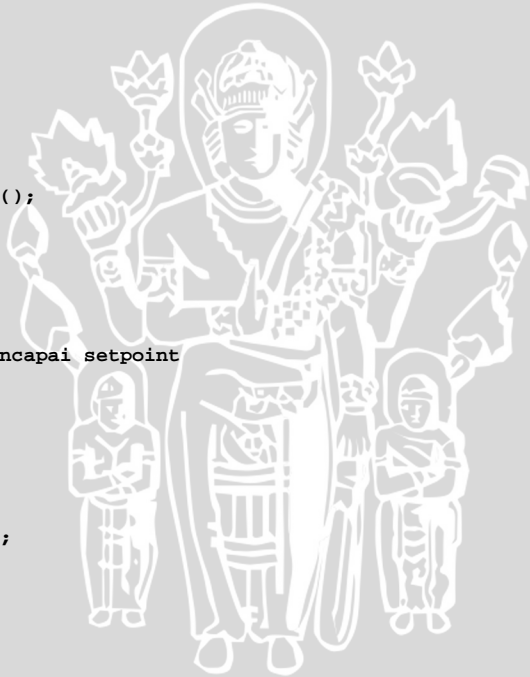
//nilai didapat dari kalibrasi
g0X = 319;
g0Y = 355;
g0Z = 253;
g1X = 179;
g1Y = 515;
g1Z = 427;

lcd_putsf("As'ad Shidqy A");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("125060309111002");
delay_ms(2500);
lcd_clear();
lcd_putsf("Teknik Elektro");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Univ. Brawijaya");
delay_ms(2500);

while (a) //looping sebelum setpoint
{
    lcd_clear();
    tampilkan_lcd();
    baca_adc();
    kalibrasiZ();
    kalibrasiX();
    kalibrasiY();
    hitung_accelerometer();
    tampil_kalibrasi();
    maksimum();
    aktif();
    delay_ms(1500);
};

while (b)//looping ketika mencapai setpoint
{
    lcd_clear();
    a=0;
    relay();
    lcd_relay();
    baca_adc();
    hitung_accelerometer();
    delay_ms(1000);
}
}

```



LAMPIRAN IV

DATASHEET KOMPONEN

1. DATASHEET MIKROKONTROLER ATMEGA16
2. DATASHEET ACCELEROMETER MMA 7361
3. AN3107 MEASURING TILT WITH LOW G ACCELEROMETERS
4. AN3447IMPLEMENTING AUTO ZERO CALIBRATION TECHNIQUE FOR ACCELEROMETERS
5. DATASHEET LCD
6. DATASHEET TRANSISTOR TIP 41
7. DATASHEET RELAY

