



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
ARUS DAN TEGANGAN DC
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32
PADA TURBIN ANGIN *HORIZONTAL AXIS***

**SWANIDA SELVIYANI
NRP. 2413 031 019**

**Dosen Pembimbing
Gunawan Nugroho, ST.MT.Ph.D
NIP. 19771127 200212 1 002**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT TF145565

***DC CURRENT, AND VOLTAGE MONITORING
SYSTEM DESIGN WITH MICROCONTROLLER
ATMEGA32 ON WIND TURBINE HORIZONTAL
AXIS***

SWANIDA SELVIYANI
NRP. 2413 031 019

Advisor Lecturer
Gunawan Nugroho, ST.MT.Ph.D
NIP. 199771127 200212 1 002

*Study Program Of D3 Metrology And Instrumentation
Department of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016*

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
ARUS DAN TEGANGAN DC
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32
PADA TURBIN ANGIN *HORIZONTAL AXIS***

TUGAS AKHIR

Oleh :

SWANIDA SELVIYANI

NRP. 2413 031 019

Surabaya, Juli 2016

Menyetujui,

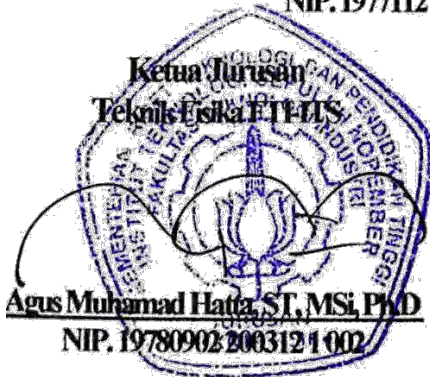
Dosen Pembimbing



Gunawan Nugroho, ST.MT.Ph.D

NIP. 19771127 200212 1 002

**Ketua Jurusan
Teknik Fisika FT-ITS**



Agus Muhammad Hatta, ST, MSI, PhD

NIP. 19780902 200312 1 002

**Ketua Program Studi
D3 Metrologi dan Instrumentasi**



Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc

NIP. 19620822 198803 1 001

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
ARUS DAN TEGANGAN DC
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32
PADA TURBIN ANGIN *HORIZONTAL AXIS***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
SWANIDA SELVIYANI
NRP. 2413 031 019

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Gunawan Nugroho, ST.MT.Ph.D (Pembimbing)
2. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc (Ketua Tim Penguji)
3. Arief Abdurrakhman, ST, MT (Penguji I)
4. Ir. Harsono Hadi, MT, Ph.D (Penguji II)
5. Bagus Tris Atmaja, ST, MT (Penguji III)
6. Herry Sufyan Hadi, ST, MT (Penguji IV)
7. Murry Raditya, ST, MT (Penguji V)

SURABAYA
JULI 2016

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS DAN TEGANGAN DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32 PADA TURBIN ANGIN *HORIZONTAL AXIS*

Nama : Swanida Selviyani
NRP : 2413 031 019
Jurusan : D3 Metrologi dan Instrumentasi,
Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Gunawan Nugroho, ST.MT.Ph.D

ABSTRAK

Dengan seiringnya perkembangan zaman energi menjadi kebutuhan primer yang diperlukan manusia. Salah satu kebutuhan energi yang terus meningkat adalah energi listrik. Meningkatnya konsumsi energi listrik disebabkan oleh bertambahnya penduduk setiap tahunnya. Maka dari itu, dibutuhkan energi baru terbarukan yang dapat digunakan untuk menurunkan penggunaan energi fosil sebagai energi primer yang paling banyak digunakan sebagai energi pembangkit listrik. Salah satu energi baru terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia adalah energi baru terbarukan berasal dari angin (PLT Bayu). Pada tugas akhir ini akan dilakukan monitoring arus dan tegangan dc berbasis mikrokontroler ATmega32 pada wind turbine horizontal axis, variabel yang dimonitoring adalah arus dan tegangan yang berasal dari keluaran boost converter. Pada sistem monitoring ini menggunakan mikrokontroler ATmega32 sebagai alat pemroses sinyal analog ke digital maupun sebaliknya. Selain itu monitoring ini berbasis visual studio 2013 sebagai sistem monitoring, MYSQL sebagai sistem data base, dan menggunakan MMC sebagai data logger. Dan setelah dilakukan monitoring, didapat Nilai Ketidakpastian, akurasi, dan koreksi dari setiap sensor adalah sensor ACS712 0,002; 97,22%; 0,209. Kemudian sensor Voltage Divider 0,018; 99,66 %; 0,2003. Dari hasil yang didapat, alat dapat dikatakan masih dalam keadaan baik dan tidak rusak.

Kata Kunci : Wind Turbine, Monitoring, ATmega32

***DC CURRENT, AND VOLTAGE MONITORING
SYSTEM DESIGN WITH MICROCONTROLLER
ATMEGA32 ON WIND TURBINE HORIZONTAL AXIS***

Student Name : Swanida Selviyani
NRP : 2413 031 019
Study Program : *Diploma of Metrology and
Instrumentasi, Engineering Physics
FTI-ITS*
Advisor Lecturer : Gunawan Nugroho, ST.MT.Ph.D

ABSTRACT

With its concomitant energy development period is the primary requirement is necessary for humankind. One needs increased energy is electrical energy. Increased consumption of electrical energy caused by increasing population annually. Therefore, it takes a new renewable energy that can be used to decrease the use of fossil energy as the primary energy most widely used as an energy power plants. One of the renewable energy that can be developed in Indonesia is a new renewable energy derived from wind (PLT Bayu). In this final project will be carried monitoring dc current and voltage based on the microcontroller ATmega32 on wind turbine horizontal axis, variable monitored is the current and voltage from the output boost conveter. In this monitoring system microcontroller ATmega32 as a means of processing analog signals to digital and vice versa. Besides this monitoring-based visual studio 2013 as a monitoring system, and MySQL as database system. And after monitoring, acquired Value Uncertainty, accuracy, and corrections of each sensor is a sensor ACS712 0.002; 97.22%; 0.209. Then sensor Voltage Divider 0,018; 99.66%; 0.2003. From the results obtained, the tool can be said to be still in good condition and not damaged

Keywords: Wind Turbine, Monitoring, ATmega32

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT dan baginda besar rasulullah SAW atas segala rahmat dan anugerahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

“RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS DAN TEGANGAN DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32 PADA TURBIN ANGIN *HORIZONTAL AXIS*”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan bagi seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar Ahli Madya dengan program studi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun secara tidak langsung dalam pengerjaan dan pembelajaran tugas akhir ini. Beberapa pihak tersebut antara lain:

1. Bapak Agus Muhamad Hatta, ST, MSi, Ph.D selaku Kepala Jurusan Teknik Fisika ITS Surabaya.
2. Kedua Orang tua saya yang selalu memberikan dukungan moril, dan doa, dan juga selalu memberikan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kakak, dan keluarga saya yang selalu memberikan semangat dan doa.
4. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Ketua Program Studi Diploma III Metrologi dan Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
5. Bapak Gunawan Nugroho, ST.MT.Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang setia mendampingi, membimbing, mengkritisi, dan memotivasi pengerjaan tugas akhir ini.

6. Bapak Ir. Tutug Dhanardono, M.T.selaku Dosen Wali dan yang telah memberikan arahan selama menjalani masa perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Kepala Laboratorium *Microprocessor & Microcontroller*
8. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Fisika beserta karyawan atas ilmu dan dedikasinya.
9. Kawan-kawan TEAM Wind Turbine yang telah bersama dan berjuang mengerjakan Tugas Akhir ini.
10. Teman – Teman asisten mikro yang telah membantu dan memberikan semangatnya serta motivasi.
11. Teman – Teman sahabat mikro yang telah membantu dan selalu memberi motivasi.
12. Teman teman D3 Metrologi dan Instrumentasi angkatan 2012, 2013, 2014 dan para senior yang selalu mendukung dalam segala hal.
13. Teman-teman alumni SMAN 1 Bangil 2013 yang telah memberi semangat.
14. Semua Pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam mengerjakan tugas akhir ini sampai selesai.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidaklah sempurna, tetapi penulis berharap ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan dapat menambah wawasan bagi pembaca. Semoga awal dari permulaan yang panjang ini dapat membawa manfaat dan hikmat bagi kita semua dan juga semoga hari esok lebih baik dari hari ini.

Surabaya, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Laporan	5
 BAB II. TEORI PENUNJANG	 7
2.1 <i>Horizontal Axis Wind Turbine</i>	7
2.2 Arus AC dan DC.....	9
2.3 Daya Listrik	11
2.4 Sensor <i>Hall Effect</i>	11
2.5 Sensor Arus ACS712.....	12
2.6 Sensor Tegangan (<i>Voltage Divider</i>)	13
2.7 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	14
2.8 Mikrokontroler ATmega32	17
2.9 <i>Microsoft Visual Studio 2013</i>	19
2.10 <i>MySQL</i>	20
2.11 Media Penyimpanan MMC / SD Card.....	21
2.12 Sistem Pengukuran	22
2.13 Karakteristik Alat Ukur	23
2.14 Analisis Ketidakpastian	27

BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT ..31

3.1	Blok Diagram Perancangan Alat	31
3.2	Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras <i>Hardware</i> 34	
3.2.1	Perancangan Miniplant <i>Wind Turbine</i>	36
3.2.2	Perancangan Sensor Arus ACS 712 20 A.....	34
3.2.3	Perancangan Sensor Tegangan	37
3.2.4	Perancangan ATmega32	38
3.3	Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (Software).....	40
3.3.1	Sketch ATmega 32.....	40
3.3.2	Microsoft Visual Studio 2013 dan MMC	43

BAB IV. ANALISA DATA45

4.1	Analisa Data	45
4.1.1	Penempatan Alat Ukur	45
4.1.2	Pengujian Tegangan Minimum System ATmega3245	
4.1.3	Pengujian Alat Pengukuran Arus	47
4.1.4	Pengujian Alat Pengukuran Tegangan	53
4.1.5	Pengambilan Data Keseluruhan	62
4.2	Pembahasan	65

BAB V. PENUTUP67

5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (Pengujian Sensor)

LAMPIRAN B (Data Plant)

LAMPIRAN C (Datasheet Sensor ACS712)

LAMPIRAN D (Datasheet ATMEGA32)

LAMPIRAN E (Listing Program ATmega32 Pada Codevision)

LAMPIRAN F (Listing Program Visual Studio 2013)

BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Gaya Aerodinamik Rotor Turbin Angin	7
Gambar 2.2.	Jenis Turbin Angin	8
Gambar 2.3.	Cara Kerja Arus DC	10
Gambar 2.4.	Bentuk Gelombang Sinusoida Pada AC	10
Gambar 2.5.	Arah Aliran arus Listrik	11
Gambar 2.6.	Cara Kerja Hall Effect	12
Gambar 2.7.	Konfigurasi Sensor Arus ACS712	13
Gambar 2.8.	Rangkaian Pembagi Tegangan	14
Gambar 2.9.	Bentuk LCD 2 x 16	18
Gambar 2.10.	Konfigurasi Pin ATmega32	20
Gambar 2.11.	Tampilan Visual Basic	20
Gambar 2.12.	MYSQL Icon	20
Gambar 2.13.	<i>Multimedia Card (MMC)</i>	21
Gambar 2.14.	<i>Secure Digital (SD Card)</i>	22
Gambar 2.15.	Blok Diagram Sistem Pengukuran	22
Gambar 2.16.	Karakteristik Output instrument Linier	24
Gambar 2.17.	Grafik Non- Linear	25
Gambar 2.18.	Penjelasan Akurasi dan Presisi	26
Gambar 3.1.	Diagram Blok Sistem Miniplan <i>wind turbine</i>	31
Gambar 3.2.	Diagram Blok Perancangan <i>Hardware</i>	32
Gambar 3.3.	Diagram Blok Perancangan <i>Data Base</i>	32
Gambar 3.4.	Flowchart Metodologi	33
Gambar 3.5.	Perancangan Mini Plant <i>Wind Turbine</i>	35
Gambar 3.6.	„Sensor ACS 712 20A	37
Gambar 3.7.	Rangkaian Pembagi Tegangan	38
Gambar 3.8.	Sensor Tegangan	38
Gambar 3.9.	Skematik Minimum System ATMega32	39
Gambar 3.10.	Rangkaian Sensor Pada ATMega32	39
Gambar 3.11.	Skecth ATMega32	40
Gambar 3.12.	<i>Flowchart</i> Perancangan Sensor Arus	41
Gambar 3.13.	<i>Flowchart</i> Perancangan Sensor Tegangan	42
Gambar 3.13.	<i>Flowchart</i> Perancangan Software Visual Studio	43

Gambar 3.14. GUI Software Monitoring pada Visual Studio 2013 dan MMC	44
Gambar 4.1. Penempatan Alat Ukur Pada Wind Turbine <i>Horizontal Axis</i>	45
Gambar 4.2. Letak Pengukuran Tegangan	46
Gambar 4.3. Pengujian Sensor Arus ACS 712 20A	47
Gambar 4.4. Pengujian Sensor arus	47
Gambar 4.5. Grafik pembacaan Alat dan Pembacaan Standar	48
Gambar 4.6. Hysteresis	50
Gambar 4.7. Grafik Pembacaan Standar dan Pembacaan Alat	54
Gambar 4.8. Grafik pembacaan Alat dan Pembacaan Standar	55
Gambar 4.9. Hysteresis	57
Gambar 4.10. Grafik Pengukuran Arus	64
Gambar 4.11. Grafik Pengukuran Tegangan	64
Gambar 4.12. Grafik Pengukuran Daya	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Fungsi Khusus Port B	17
Tabel 2.2. Fungsi Khusus Port C	18
Tabel 2.3. Fungsi Khusus Port D	19
Tabel 3.1. Parameter <i>Wind Turbine</i>	35
Tabel 4.1. Data Hasil Pengukuran Tegangan Minsys ATMega 32	46
Tabel 4.2. Data Karakteristik Statik Alat	47
Tabel 4.3. Data Kalibrasi	51
Tabel 4.3. Data Karakteristik Statik Alat	56
Tabel 4.4. Data Kalibrasi	59
Tabel 4.5. Data Plan	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan sumber daya alam yang dapat diolah manusia untuk memenuhi kebutuhan energinya. Dengan seiringnya perkembangan zaman energi menjadi kebutuhan primer yang diperlukan manusia. Salah satu kebutuhan energi yang terus meningkat adalah energi listrik. Meningkatnya konsumsi energi listrik disebabkan oleh bertambahnya penduduk setiap tahunnya. Seperti di Indonesia konsumsi energi listrik mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2008 tingkat pemakaian tenaga listrik di Indonesia mencapai 14,2% dari seluruh pemakaian energi final. Persentase ini menempatkan tenaga listrik sebagai kebutuhan masyarakat nomor tiga setelah Bahan Bakar Minyak (47,1%) dan gas (21,0%). Tingginya pertumbuhan permintaan akan tenaga listrik yang diproyeksikan sebesar 9,1% pertahun dan tidak dapat diimbangi oleh pertumbuhan penyediaan tenaga listrik telah menyebabkan timbulnya kondisi krisis penyediaan tenaga listrik di beberapa daerah, yang hal ini menyebabkan terhambatnya perkembangan ekonomi daerah tersebut dan nasional ^[1]. Di Indonesia, di proyeksikan pertumbuhan energi listrik sebesar 9,2% per tahun dengan rasio elektrifitas 64,3% dan rasio desa berlistrik 91,9% ^[2]. Maka dari itu, dibutuhkan energi baru terbarukan yang dapat digunakan untuk menurunkan ketergantungan penggunaan energi fosil sebagai energi primer yang paling banyak digunakan sebagai energi pembangkit listrik. Pengembangan energi baru terbarukan di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar.

Indonesia memiliki Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) yang cukup besar diantaranya, mini/micro hydro sebesar 450 MW, Biomass 50 GW, energi surya 4,80 kWh/m²/hari, energi angin 3-5 m/det dan energi nuklir 3 GW. Dalam Perpres No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional menyebutkan kontribusi EBT dalam bauran energy primer nasional

pada tahun 2025 adalah sebesar 17% dengan komposisi Bahan Bakar Nabati sebesar 5%, Panas Bumi 5%, Biomasa, Nuklir, Air, Surya, dan Angin 5%, serta batubara yang dicairkan sebesar 2%. Salah satu energy baru terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia adalah energi baru terbarukan berasal dari angin (PLT Bayu).

Energi angin di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan. Dalam beberapa tahun mendatang diperkirakan dapat menjadi sumber energi tumpuan bagi Indonesia. Dengan skenario nasional perpaduan energi (energy mix), kebutuhan listrik yang disediakan dari energi angin dapat diperkirakan sebesar 1000 MW pada tahun 2025. Sedangkan menurut data World Wind Energi Association Report (WWEA 2010), kapasitas terpasang pembangkit listrik tenaga angin di Indonesia sebesar 1,4 MW yang tersebar di Nusa Penida (Bali), Bangka Belitung, Yogyakarta dan Pulau Selayar (Sulawesi Utara). Indonesia yang memiliki total garis pantai mencapai 81.000 km dengan kecepatan angin rata-rata 3-5 m/s, bahkan di beberapa tempat mencapai 10 m/s ^[3]. Dari data tersebut, pantai di Indonesia memiliki potensi untuk dikembangkannya *wind turbin* sebagai pembangkit listrik tenaga angin. Energi angin dapat dimanfaatkan melalui penggunaan turbin angin. Ada beberapa tipe turbin angin yang digunakan saat ini, salah satunya turbin angin tipe horizontal axis. Turbin angin tipe ini merupakan salah satu turbin angin yang cocok untuk daerah dengan potensi energy angin berkecepatan rendah, dengan efisiensi tinggi, rendah dalam vibrasi dan bising serta memiliki potensial power yang tinggi dari pada tipe turbin angin VAWT. Di wilayah Indonesia, khususnya di Tanjung Perak Surabaya memiliki kecepatan angin laut antara 2 – 10 knot ^[4]. Dengan kondisi demikian maka turbin angin untuk skala kecil dapat beroperasi dengan baik, khusus dalam instalasi turbin angin untuk energy alternative pada pesisir pantai. Menurut data hasil penelitian mengenai pemasangan turbine angin di wilayah pesisir, didapatkan bahwa dengan dimensi turbine angin dengan

tinggi 1,427 m dan diameter 1,713 m dengan kecepatan angin 2,5 m/s dapat menghasilkan daya output sebesar 77,312 W^[5].

Pada *wind turbine*, terdapat arus listrik yang dihasilkan oleh putaran generator dan akan masuk ke dalam penyimpanan, dan akan menuju ke beban. Pada saat proses tersebut dibutuhkan suatu monitoring arus listrik, tegangan, dan juga daya listrik dari *wind turbine*, agar dapat terpantau dan terlihat daya listrik yang dihasilkan oleh *wind turbine*. Monitoring energy listrik telah diterapkan oleh Lentera Angin Nusantara (LAN). *Data logger* berfungsi merekam arus listrik DC (*direct current*) dan tegangan pada baterai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh *wind turbine*^[6].

Berdasarkan pada kajian diatas, maka Pada Tugas Akhir ini, dirancang sebuah monitoring arus dan tegangan listrik berbasis mikrokontroller pada *wind turbine horizontal axis* dengan menggunakan sensor arus ACS 712, dan *voltage* sensor. Sensor arus ACS 712 dan *voltage* sensor akan di letakan sebelum tempat penyimpanan energi listrik (baterai). Pemasangan tersebut bertujuan untuk memonitoring daya listrik yang dihasilkan oleh *wind turbine* yang akan masuk ke baterai penyimpanan. Sehingga didapatkan data dari pembacaan kedua sensor tersebut, dari data tersebut akan diketahui daya listrik yang dihasilkan, dan selanjutnya semua data tersebut diakuisisi oleh mikrokontroller. Dan selanjutnya data tersebut dimonitoring secara *real time* dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Studio 2013 dan data hasil akuisisi disimpan dalam berkas MYSQL. Proses akuisisi berlangsung tiap detik. Selain itu, menggunakan MMC sebagai *data logger*.

1.2 Rumusan Masalah

Pada dasarnya, banyak faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya daya listrik yang dihasilkan oleh *wind turbine horizontal axis*. Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini yaitu:

- Bagaimana membuat sistem monitoring arus dan tegangan listrik pada *wind turbine horizontal axis*?

- Bagaimana proses membuat sistem perekam data arus dan tegangan listrik pada *wind turbine horizontal axis*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari Tugas Akhir ini antara lain:

- Daya listrik yang dihitung adalah daya listrik yang dihasilkan oleh generator *wind turbine horizontal axis* yang akan masuk ke baterai penyimpanan dan keluaran daya listrik dari baterai penyimpanan yang akan menuju ke beban.
- Alat penunjang yang digunakan adalah mikrokontroller ATmega32, sensor arus ACS 712, sensor tegangan yang merupakan rangkaian pembagi tegangan, pemrograman Visual Studio sebagai sistem monitoring daya listrik.

1.4 Tujuan

Tujuan utama dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

- Membuat sistem monitoring arus dan daya listrik pada *wind turbine horizontal axis*
- Membuat sistem perekam data arus dan tegangan listrik pada *wind turbine horizontal axis*

1.5 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan penyelesaian tugas akhir yang direncanakan, maka perlu dilakukan suatu langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

- Studi Literatur, dalam merealisasikan tugas akhir ini tentu dibutuhkan referensi yang meliputi pengetahuan dasar tentang sistem perancangan dan pembuatan *wind turbine vertical axis*, serta sistem monitoring arus dan tegangan pada *wind turbine horizontal axis*.
- Perancangan *design wind turbine horizontal axis* sesuai dengan referensi yang telah didapat.
- Pembuatan sistem dari rancang bangun *wind turbine horizontal axis* :
 - Membuat mekanik dari perancangan *hardware*.

- Membuat rangkaian pembentuk sistem keseluruhan dari perancangan penulis.
- Membuat sistem monitoring arus, dan tegangan dengan Sistem *Database*.
- Mengintegrasikan rangkaian dari alat ke mikrokontroller.
- Pengujian sistem dan analisa alat, pengujian dan analisis alat dilakukan untuk mengetahui cara kerja dan hasil dari proses monitoring serta pengambilan data.
- Penyusunan Laporan.
- Menyusun hasil teori dari pembuatan *hardware* dan *software*, analisa data dan kesimpulan dari data dan sistem yang ada.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika laporan.

Bab II TEORI PENUNJANG

Berisi tentang teori-teori dari sensor, teori, dan aplikasi yang digunakan dalam sistem monitoring.

Bab III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Berisi tentang desain sistem monitoring kecepatan, arus, dan voltase *Miniplant* yang meliputi sensor, kontroler, dan aplikasi.

Bab IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang analisa hasil desain sistem monitoring kecepatan, arus, dan tegangan pada *Mini Plant wind turbine horizontal axis* dan Pembahasannya.

Bab V PENUTUP

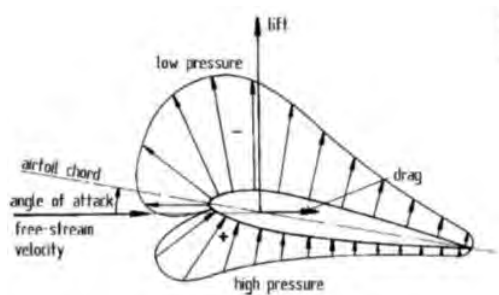
Berisi tentang hasil yang diperoleh dari analisis sistem, analisa data dan saran. Lampiran beserta daftar pustaka.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 *Horizontal Axis Wind Turbine*

Turbin angin sumbu *horizontal* merupakan turbin angin yang sumbu rotasi rotornya paralel terhadap permukaan tanah. Turbin angin sumbu horizontal memiliki poros rotor utama dan generator listrik di puncak menara dan diarahkan menuju dari arah datangnya angin untuk dapat memanfaatkan energi angin. Rotor turbin angin kecil diarahkan menuju dari arah datangnya angin dengan pengaturan baling – baling angin sederhana sedangkan turbin angin besar umumnya menggunakan sensor angin dan motor yang mengubah rotor turbin mengarah pada angin. Berdasarkan prinsip aerodinamis, rotor turbin angin sumbu horizontal mengalami gaya lift dan gaya drag, namun gaya lift jauh lebih besar dari gaya drag sehingga rotor turbin ini lebih dikenal dengan rotor turbin tipe lift, seperti terlihat pada gambar 2.1^[7].

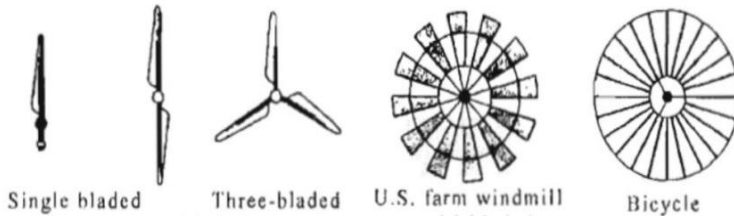


Gambar 2.1 Gaya Aerodinamik Rotor Turbin Angin Ketika Dilalui Aliran Udara^[7]

Dilihat dari jumlah sudu, turbin angin sumbu *horizontal* terbagi menjadi:

1. Turbin angin satu sudu (*single blade*)
2. Turbin angin dua sudu (*double blade*)
3. Turbin angin tiga sudu (*three blade*)

4. Turbin angin banyak sudu (*multi blade*)



Gambar 2.2 Jenis turbin angin berdasarkan jumlah sudu^[7]

Komponen utama turbin angin sumbu horizontal meliputi : Sudu (*blade*), ekor (*tail*), tiang penyangga (*tower*), dan alternator.

Dalam menentukan nilai daya keluaran pada perancangan *wind turbine* dibutuhkan beberapa teori dalam menentukan parameter-parameter. Adapun persamaan – persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

a) *Chort*

Dalam menentukan nilai *chort* dibutuhkan parameter berupa *aspect ratio*. Pada perancangan *wind turbine* ini digunakan nilai *aspect ratio* 8, karena paling optimal.

$$\text{Aspect Ratio} = \frac{\text{Span}}{\text{Chort}} \quad (2.1)$$

Dimana : *Aspect Ratio* = 8

Span = Tinggi *blade* (m)

Chort = lebar *blade* (m)

b) Jari – Jari

Dalam menentukan nilai jari – jari *blade wind turbine* dibutuhkan parameter berupa *coefficient of power* (*Cp*). Pada perancangan *wind turbine* ini digunakan nilai *Cp* 4, karena paling optimal.

$$Cp = \frac{\text{Span}}{R} \quad (2.2)$$

Dimana : *Coefficient of power* (*Cp*) = 4

Span = Tinggi *blade* (m)

$R = \text{Jari - jari blade (m)}$

c) *Aswept*

Adapun persamaan dalam menentukan luasan sapuan dari *blade wind turbine* adalah sebagai berikut:

$$Aswept = \pi \times D \times S \quad (2.3)$$

Dimana : *Aswept* = luasan sapuan *blade* (m)

$$\pi = 3,14$$

$D = \text{diameter (m)}$

$S = \text{Tinggi blade (m)}$

d) Daya minimum (P_w)

Adapun persamaan dalam menentukan daya minimum *wind turbine* adalah sebagai berikut:

$$P_w = 0,625 \times Aswept \times V^3 \quad (2.4)$$

Dimana : *Aswept* = luasan sapuan *blade* (m)

$V = \text{laju angin (m/s)}$

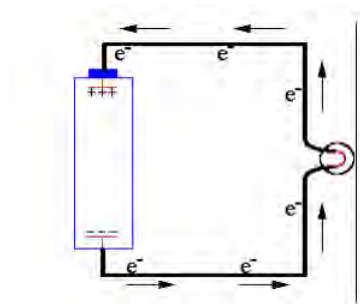
e) Efisiensi *Wind Turbine*

Adapun persamaan dalam menentukan efisiensi *wind turbine*, dengan asumsi $\lambda = 1,6 \rightarrow 1,5 \leq \lambda \leq 2,5$ adalah sebagai berikut:

$$\eta_{wt} = 0,055 \lambda + 0,399 \quad (2.5)^{[7]}$$

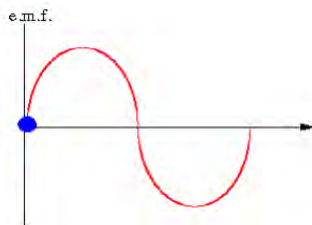
2.2 Arus DC dan AC

Pada rangkaian DC (*Direct Current*) hanya melibatkan arus dan tegangan searah, yaitu arus dan tegangan yang tidak berubah terhadap waktu. Baterai menghasilkan e.m.f untuk menggerakkan elektron yang akhirnya menghasilkan aliran listrik. Sebutan “rangkaian” sangat cocok digunakan karena dalam hal ini harus terjadi suatu lintasan elektron secara lengkap – meninggalkan kutub negatif dan kembali ke kutub positif. Dengan arus DC menyambungkan kabel dari baterai pada kutub negatif ke positif akan menyebabkan elektron bergerak melalui kabel ke muatan positif. Berikut merupakan ilustrasi dari arus DC^[8].



Gambar 2.3 Cara Kerja Arus DC^[8]

Arus bolak – balik (AC = *Alternating Current*) adalah arus listrik dimana besar arah arusnya berubah – ubah secara bolak – balik. Arus bolak- balik dihasilkan oleh generator yang menghasilkan tegangan bolak – balik dan biasanya dlam bentuk fungsi sinusoida (sinus atau cosines) karena ini yang memungkinkan pengaliran enegi yang paling efisien. Namun dalam aplikasi – aplikasi spesifik yang lain, bentuk gelombang dapay digunakan misalnya bentuk gelombang sgitiga atau bentuk gelombang segi empat^[9].



Gambar 2.4 Bentuk Gelombang Sinusoida Pada AC^[9]

Arus bolak – balik (AC) dimana arus tersebut berubah terus – menerus, baik dalam nilai maupun dalam arah. Mulai dari nol, arus naik sampai suatu harga maksimum sebelum berhenti menjadi nol lgi. Setelah itu arus berbalik dan mencapai suatu maksimum dalam arah yang berlawanan sebelum sekali lagi

berhenti menjadi nol. Siklus perubahan tersebut diulangi dengan cepat, frekuensi adalah suatu pencacah perubahan tiap detik dan diukur dalam hertz(Hz)^[9].

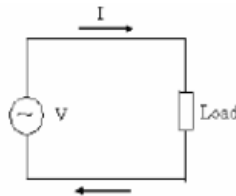
2.3 Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I \quad (2.6)$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \cos \phi \quad (2.7)$$

$$P = \text{Watt} \quad (2.8)$$

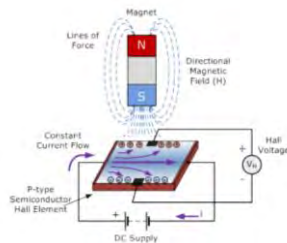


Gambar 2.5 Arah aliran arus listrik

2.4 Sensor *Hall-Effect*

Dengan sensor efek Hall, kehadiran sebuah objek ditentukan ketika objek yang menekan tombol. Hal ini baik "on" dan objek menyentuh tombol atau "off" dan target bisa di mana saja. Sensor efek Hall telah digunakan dalam keyboard dan bahkan di robot kompetisi pertempuran tinju untuk menentukan kapan pukulan disampaikan. Sensor ini tidak memberikan skala untuk seberapa jauh sebuah benda dari sensor saat tombol "off," tetapi efektif

untuk aplikasi yang tidak memerlukan informasi posisi yang sangat rinci

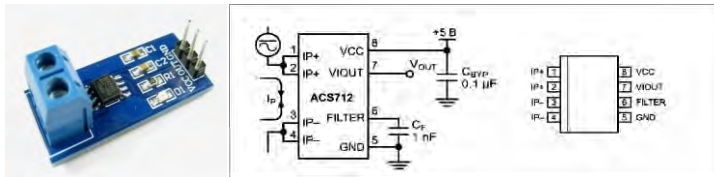


Gambar 2.6 Cara Kerja Hall Effect

Hall Effect dihasilkan oleh arus pada konduktor. Arus terdiri atas banyak beban kecil yang membawa partikel -partikel (biasanya elektron) dan membawa gaya Lorentz pada medan magnet. Beberapa beban ini berakhir di sisi – sisi konduktor. Ini hanya berlaku pada konduktor besar dimana jarak antara dua sisi cukup besar. Salah satu yang paling penting dari Hall Effect adalah perbedaan antara beban positif bergerak dalam satu arah dan beban negatif bergerak pada kebalikannya. Hall Effect memberikan bukti nyata bahwa arus listrik pada logam dibawa oleh elektron yang bergerak, bukan oleh proton. Yang cukup menarik, Hall Effect juga menunjukkan bahwa dalam beberapa substansi (terutama semikonduktor), lebih cocok bila kita berpikir arus sebagai “holes” positif yang bergerak daripada elektron.

2.5 Sensor Arus ACS712

Allegro TM ACS712 memberikan solusi ekonomis dan tepat untuk sensing AC atau DC saat ini di industri, komersial, dan sistem komunikasi. Paket perangkat memungkinkan untuk mudah di implementasikan oleh pelanggan. Aplikasi yang umum termasuk kontrol motor, deteksi beban dan manajemen, pasokan listrik mode switch, dan perlindungan kesalahan arus. Perangkat ini tidak dimaksudkan untuk aplikasi otomotif^[10].



Gambar 2.7 Konfigurasi Sensor Arus ACS712^[10]

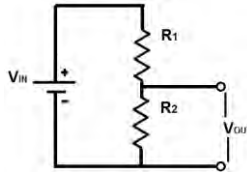
Perangkat ini terdiri dari presisi offsest rendah, linear Hall sirkuit dengan jalur konduksi tembaga terletak di dekat permukaan mati. Arus diaplikasikan mengalir melalui jalur konduksi tembaga ini menghasilkan medan magnet yang mengubah Hall IC menjadi tegangan yang proporsional. Berikut merupakan spesifik sensor ACS712:

- a. *Low-noise* pada sinyal analog
- b. *Device bandwidth* dapat disetting menggunakan pin FILTER yang baru
- c. 80 kHz *bandwith*
- d. Jumlah error output 1,5 % pada temperature 25⁰C
- e. 1,2 mΩ internal resistan konduktor
- f. 2.1 kVRMs minimal tegangan isolasi dari pin 1-4 ke pin 5-8
- g. Tegangan *supplay* 5.0 V
- h. 66 sampai 185 mV/A output sensitivitas
- i. Akurasi perangkat dioptimalkan melalui proximity terdekat dari sinyal magnetik ke Hall transduser
- j. Sebuah ketepatan, tegangan proporsional disediakan oleh offset rendah, chopper-stabilized BiCMOS Hall IC rendah offset, yang diprogram untuk akurasi setelah dikemas
- k. Hysteresis magnetik mendekati nol (Allegro TM ACS712,2015)^[5].

2.6 Sensor Tegangan (*Voltage Divider*)

Pembagi tegangan merupakan rangkaian sederhana yang dapat mengubah tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah. Dengan hanya menggunakan dua resistor yang dipasang secara seri dan dengan sebuah input tegangan, kita dapat

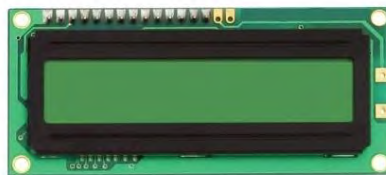
membuat tegangan output yang mana tegangan output ini merupakan hasil perhitungan dari tegangan input.



Gambar 2.8 Rangkaian Pembagi Tegangan

2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2

LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf atau simbol dengan baik dan konsumsi arus yang lebih rendah. *LCD (Liquid Cristal Display)* dot matrik terdiri dari bagian penampil karakter (*LCD*) yang berfungsi untuk menampilkan karakter dan bagian sistem prosesor *LCD* dalam bentuk rangkaian modul dengan mikrokontroler yang diletakan dibagian belakang *LCD* tersebut yang berfungsi untuk mengatur tampilan *LCD* serta mengatur komunikasi antara *LCD* dengan mikrokontroler. Modul prosesor pada *LCD* memiliki memori tersendiri sebagai berikut: *CGROM (Character Generator Read Only Memory)*, *CGRAM (Character Generator Random Access Memory)*, *DDRAM (Display Data Random Access Memory)*.



Gambar 2.9 Bentuk *LCD (Liquid Crystal Display)* 2×16

- **Fungsi Pin *LCD (Liquid Cristal Display)* Dot Matrix 2×16.**

DB0 – DB7 adalah jalur data (*data bus*) sebagai jalur komunikasi dalam mengirimkan dan menerima data atau instruksi dari mikrokontroler ke modul *LCD* ini. RS yaitu pin yang

berfungsi sebagai selektor register (*register select*) dimana dengan memberikan logika *low* (0) sebagai *register* perintah dan logika *high* (1) sebagai *register* data. R/W adalah pin dengan fungsi menentukan mode baca atau tulis dari data yang terdapat pada DB0 – DB7, yaitu dengan memberikan logika *low* (0) untuk fungsi *read* dan logika *high* (1) untuk mode *write*. Pin *Enable* (E), berfungsi sebagai *Enable Clock* LCD, berlogika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.

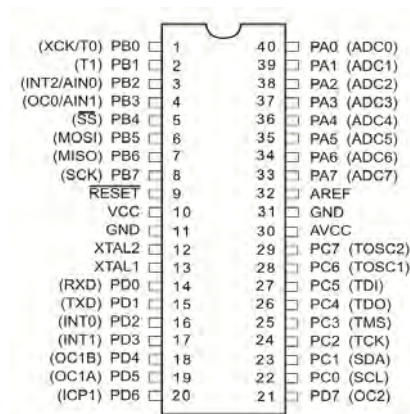
2.8 Mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler Atmega32 merupakan generasi AVR (Alf and Vegard's Risk processor). Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computing) 8 bit, dimana semua instruksi dalam kode 16-bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock. AVR menjalankan sebuah instruksi komponen eksternal dapat dikurangi. Mikrokontroler AVR didesain menggunakan arsitektur Harvard, di mana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data. Memori program diakses dengan single-level pipelining, di mana ketika sebuah instruksi dijalankan, instruksinya akan di-prefetch dari memori program. Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATMega32 antara lain:

- a. Kinerja tinggi, rendah daya Atmel ® AVR ® 8-bit Microcontroller
- b. Advanced RISC Arsitektur
- c. 131 Instruksi Powerfull
- d. Kebanyakan Single-jam Siklus Eksekusi
- e. 32×8 Register General Purpose Working
- f. Operasi Penuh Static
- g. Sampai dengan 16 MIPS throughput pada 16MHz
- h. On-chip 2-siklus Multiplier
- i. Tinggi Ketahanan Non-volatile memori segmen
- j. 32Kbytes dari In-System Self-programmable Flash program memori
- k. 1024Bytes EEPROM

- l. 2Kbytes internal SRAM
- m. Menulis / Menghapus Siklus: 10.000 Flash/100, 000 EEPROM
- n. Data retensi: 20 tahun pada 85 ° C/100 tahun pada 25 ° C
- o. JTAG (IEEE std 1149,1 Compliant.) Interface
- p. Dua 8-bit Timer / Counter dengan Prescalers terpisah dan Bandingkan Mode
- q. Satu 16-bit Timer / Counter dengan Prescaler terpisah, Bandingkan Mode, dan Capture Mode
- r. Empat PWM Channels
- s. 8-channel, 10-bit ADC 8 Single-ended Saluran 7 Differential Saluran dalam Paket TQFP Hanya 2 Differential Saluran dengan Gain Programmable pada 1x, 10x, atau 200x
- t. Serial USART Programmable
- u. Master / Slave SPI Serial Interface
- v. Operasi Tegangan 2.7V - 5.5V untuk ATmega32L, 4.5V - 5.5V untuk ATmega32^[11]

Susunan pin mikrokontroler ATmega32 tipe DIP (dual in line package) diperlihatkan pada Gambar. 2.10.



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin Atmega32^[11]

Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin Atmega32 sebagai berikut:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merukan pin Ground.
3. Port A (PortA0...PortA7) merupakan pin input/output dua arah dan pin masukan ADC.
4. Port B (PortB0...PortB7) merupakan pin input/output dua arah dan dan pin fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel di bawah ini.
5. Port C (PortC0...PortC7) merupakan pin input/output dua arah dan pin fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.
6. Port D (PortD0...PortD7) merupakan pin input/output dua arah dan pin fungsi khusus, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREFF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC ^[6].

Adapun fungsi khusus masing-masing PORT pada ATMega 32 yaitu:

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port B

Pin	Fungsi Khusus
PB7	SCK (SPI <i>Bus Serial Clock</i>)
PB6	MISO (SPI <i>Bus Master Input/ Slave Output</i>)

Tabel 2.1 Lanjutan

Pin	Fungsi Khusus
PB5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/ Slave Input</i>)
PB4	SS (<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB3	AIN1 (<i>Analog 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/Counter External Counter Input</i>) XCK (<i>USART External Clock Input/Output</i>)

Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C

Pin	Fungsi Khusus
PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator Pin2</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator Pin1</i>)
PC5	<i>Input/Output</i>
PC4	<i>Input/Output</i>
PC3	<i>Input/Output</i>
PC2	<i>Input/Output</i>

Tabel 2.2 Lanjutan

Pin	Fungsi Khusus
PC1	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i>)
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)

Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D

Pin	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (<i>Timer/Counter Output Compare Match Output</i>)
PD6	ICP (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)

2.9 Microsoft Visual Basic

Visual Basic adalah salah satu bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman adalah perintah-perintah yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu. Bahasa pemrograman Visual Basic, yang dikembangkan oleh Microsoft sejak tahun 1991, merupakan pengembangan dari pendahulunya yaitu bahasa pemrograman BASIC (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan pada era 1950-an. Visual Basic merupakan salah satu *Development*

Tool yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer, khususnya yang menggunakan sistem operasi Windows. Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung object (*Object Oriented Programming* = OOP) (Octovhiana, 2013).



Gambar 2.11 Tampilan *Visual Basic*

2.10 MYSQL

MySQL adalah Sebuah program database server yang mampu menerima dan mengirimkan datanya sangat cepat, multi user serta menggunakan perintah dasar SQL (*Structured Query Language*). MySQL merupakan dua bentuk lisensi, yaitu *FreeSoftware* dan *Shareware*. MySQL yang biasa kita gunakan adalah MySQL *FreeSoftware* yang berada dibawah Lisensi GNU/GPL (*General Public License*). MySQL Merupakan sebuah database server yang free, artinya kita bebas menggunakan database ini untuk keperluan pribadi atau usaha tanpa harus membeli atau membayar lisensinya. MySQL pertama kali dirintis oleh seorang programmer database bernama Michael Widenius .



Gambar 2.12 *MySQL Icon*

Selain *database server*, MySQL juga merupakan program yang dapat mengakses suatu database MySQL yang berposisi sebagai *Server*, yang berarti program kita berposisi sebagai *Client*. Jadi MySQL adalah sebuah database yang dapat digunakan sebagai *Client* maupun *server*. Database MySQL merupakan suatu perangkat lunak database yang berbentuk database relasional atau disebut *Relational Database Management System* (*RDBMS*) yang menggunakan suatu bahasa permintaan yang bernama SQL (*Structured Query Language*).

2.11 Media penyimpanan MMC/SD Card

Multimedia Card atau MMC merupakan kartu memori standar. Diluncurkan pertama kali pada tahun 1997 oleh Siemens dan Sandisk. Berbasis memori *flash* NAND Toshiba dan berukuran lebih kecil dari kartu memori pendahulunya, *Compact Flash* (yang berbasis NOR Intel) MMC standar berukuran 24 mm x 32 mm x 1,5 mm.

MMC menggunakan koneksi antarmuka sebesar 1bit, akan tetapi versi terbarunya dapat mentransfer data 4 hingga 8bit dalam saat yang sama. Meski memiliki kekurangan dibanding *Secure digital* (SD Card), akan tetapi MMC tetap menjadi pilihan dan digunakan secara luas, karena banyak mendukung berbagai perangkat seperti ponsel dan dapat digunakan pada slot SD card.



Gambar 2.13 Multimedia Card (MMC)

Sedangkan *Secure digital* (SD Card) mirip dengan MMC, banyak digunakan di berbagai perangkat mulai dari ponsel hingga kamera dan komputer.

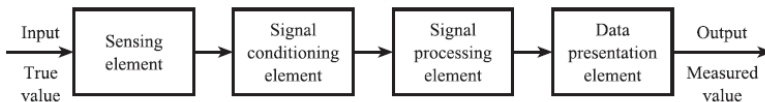


Gambar 2.14 *Secure Digital (SD Card)*

Berbasis MMC, akan tetapi secara fisik dimensinya lebih tipis dan kecepatan transfer datanya lebih tinggi. Pengunci di bagian sisi digunakan untuk mencegah pembacaan dan penulisan data yang tidak diinginkan serta fungsi DRM. SD card berukuran 32mm x 24mm x 2,1mm. ada dua tipe yang saat ini beredar di pasaran yaitu yang berkecepatan normal (regular) dan yang mendukung transfer data tinggi (high speed data transfer). Beberapa kamera dan ponsel yang beredar saat ini memerlukan kartu memori dengan kemampuan transfer data yang tinggi untuk video recording, pemutar musik dan *multitasking* (menjalankan lebih dari satu aplikasi dalam satu waktu).

2.12 Sistem Pengukuran

Secara umum, sistem pengukuran disusun atas beberapa tahap, dan tahapan tersebut dijelaskan dengan diagram blok. Diagram blok sistem pengukuran terdiri atas empat aspek utama, yaitu *sensing element*, *signal conditioning element*, *signal processing element* dan *data presentation element*. Berikut ini penjelasan dari diagram blok sistem pengukuran^[7].



Gambar 2.15 Blok Diagram Sistem Pengukuran^[12]

Berdasarkan blok diagram diatas, berikut merupakan penjelasan mengenai setiap komponen diagram blok tersebut :

- *Input* : besaran yang diukur sesuai nilai sebenarnya
- *Sensing element* / elemen penyensor : Suatu elemen yang berhubungan langsung dengan proses dan memberikan *output* sesuai variabel besaran yang terukur.
- *Signal conditioning element* / elemen pengondisian sinyal : elemen yang mendapat *input* dari *output* elemen penyensor yang nantinya dirubah menjadi bentuk yang dapat diolah oleh elemen pemrosesan sinyal.
- *Signal processing element* / elemen pemrosesan sinyal : elemen yang mendapat *input* dari *output* pengondisian sinyal yang kemudian dikonversi ke bentuk yang sesuai dengan sinyal elemen penampil agar data diproses ke data selanjutnya.
- *Data presentation element* / elemen penampil data : suatu elemen sebagai penampil hasil nilai pengukuran yang dapat dilihat atau dikenali oleh pengamat.

2.13 Karakteristik Alat Ukur

Setiap Instrumen ukur mempunyai karakteristik yang melekat padanya. Terdapat dua karakteristik instrument ukur yang digunakan, yaitu karakteristik statik dan karakteristik dinamik.

2.13.1 Karakteristik Statik Alat ukur

Karakteristik statis instrumen merupakan hubungan antara output sebuah elemen (instrumen) dengan inputnya ketika inputnya konstan maupun berubah perlahan. Karakteristik statis tidak bergantung pada waktu. Yang termasuk dalam karakteristik statis adalah range, linieritas, sensitivitas, resolusi, akurasi, presisi, toleransi.

a. Range

Range adalah nilai minimum hingga maksimum suatu elemen. Range terdiri dari range input dan range output.

b. Span

Span merupakan selisih nilai maksimum dengan nilai minimum. Span terdiri dari span input dan span output.

c. Linieritas

Pengukuran dapat dikatakan ideal saat hubungan antara input pengukuran (nilai sesungguhnya) dengan output pengukuran (nilai yang ditunjukkan oleh alat) berbanding lurus. Linieritas merupakan hubungan nilai input dan output alat ukur ketika terletak paada garis lurus. Garis lurus ideal merupakan garis yang menghubungkan titik minimum input/output dengan titik maksimum input/output. Berikut merupakan persamaannya:

$$O_{ideal} = KI + a \quad (2.9)$$

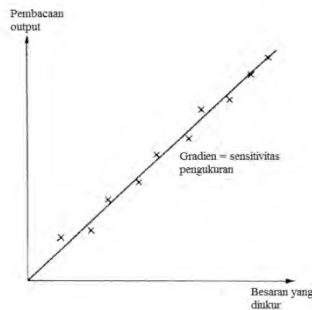
Dengan K adalah kemiringan garis, dapat diketahui melalui persamaan:

$$K = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad (2.10)$$

Dan a adalah pembuat nol (*zero bias*), dapat dihitung dengan persamaan:

$$a = O_{min} - K I_{min} \quad (2.11)$$

Berikut merupakan grafik karakteristik statis linier suatu instrume:



Gambar 2.16 Karakteristik Output Instrumen Linier^[12]

d. *Non – Linieritas*

Dalam beberapa keadaan, bahwa dari persamaan linieritas muncul garis yang tidak lurus yang biasa disebut *non-linier* atau tidak linier. Didalam fungsi garis yang tidak linier ini menunjukkan perbedaan antara hasil pembacaan *actual* / nyata dengan garis lurus idealnya. Dengan persamaan sebagai berikut :

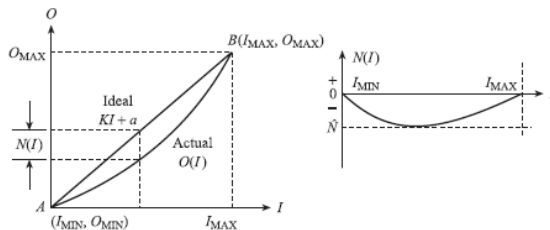
$$N(I) = O(I) - (KI + a) \quad (2.12)$$

$$O(I) = KI + a + N(I) \quad (2.13)$$

Sedangkan untuk persamaan dalam bentuk prosentase dari defleksi skala penuh, sebagai berikut:

Prosentase maksimum Nonlinieritas dari defleksi skala

$$\text{penuh} = \frac{\hat{N}}{O_{maks} - O_{min}} \times 100\% \quad (2.14)$$



Gambar 2.17 Grafik non-linieritas ^[12]

e. *Sensitivitas*

Sensitivitas diartikan seberapa peka sebuah sensor terhadap besaran yang diukur. Sensitivitas juga bisa diartikan sebagai perubahan output alat dibandingkan perubahan input dalam satu satuan. Sebagai contoh timbangan dengan kapasitas 700g mempunyai sensitivitas 1 mg. Ini berarti timbangan dapat

digunakan untuk mengukur hingga 700g dengan perubahan terkecil yang dapat terbaca sebesar 1 mg.

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} \quad (2.15)$$

f. Resolusi

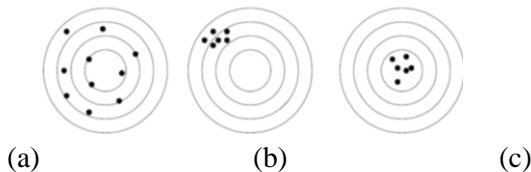
Resolusi merupakan perubahan terbesar dari input yang dapat terjadi tanpa adanya perubahan pada output. Suatu alat ukur dapat dikatakan mempunyai resolusi tinggi saat mampu mengukur dengan ketelitian yang lebih kecil. Misalkan, alat ukur yang mampu mengukur perubahan dalam mV mempunyai resolusi yang lebih tinggi dibanding alat ukur yang mengukur perubahan dalam skala volt.

g. Akurasi

Akurasi merupakan ketepatan alat ukur untuk memberikan nilai pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya. Karena pada eksperimen nilai sebenarnya tidak pernah diketahui oleh sebab itu diganti dengan suatu nilai standar yang diakui secara konvensional. Contohnya termometer dengan skala 0°-150°C mempunyai akurasi 1°C, ini berarti jika termometer menunjukkan nilai 80°C maka nilai sebenarnya adalah 79°C-81°C.

h. Presisi

Presisi adalah kemampuan instrument/eleman untuk menampilkan nilai yang sama pada pengukuran berulang singkat.



Gambar 2.18 Penjelasan Akurasi dan Presisi (a) akurasi rendah, presisi rendah (b) akurasi rendah, presisi tinggi (c) akurasi tinggi presisi tinggi

2.14 Analisis Ketidakpastian

Ketidakpastian adalah nilai ukur sebaran kelayakan yang dapat dihubungkan dengan nilai terukurnya. Dimana di dalam nilai sebaran tersebut terdapat nilai rentang yang menunjukkan nilai sebenarnya.

- Klasifikasi ketidakpastian, antara lain :
 - **Tipe A** : nilai ketidakpastian yang dilihat dari analisis pengukuran statistik (*ISO GUM B 2.15*; *VIM 3.5* dalam KAN DP.01.23).

Di dalam tipe ini dilakukan pengukuran hingga n kali, dimana dari pengukuran tersebut akan mendapatkan nilai rata-rata, standar deviasi, dan data keterulangan. Dimana rumus umum ketidakpastian tipe A sebagai berikut :

$$- U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \text{ (Ketidakpastian hasil pengukuran)} \quad (2.16)$$

- Dimana :

- σ = *Standart deviasi koreksi*

- n = Jumlah data

$$- \sigma = \frac{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}{n-1} \quad (2.17)$$

$$- U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \text{ (Ketidakpastian regresi)} \quad (2.18)$$

Dimana :

SSR (*Sum Square Residual*) = $\sum SR$ (*Square Residual*)

$SR = R^2$ (*Residu*)

$$Y_i \text{ (Nilai koreksi)} = t_i - x_i \quad (2.19)$$

$$Y_{reg} = a + (b \times t_i) \quad (2.20)$$

$$a = \bar{y}_t + (b \times \bar{t}_t) \quad (2.21)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum t_i y_i - \sum y \cdot \sum t_i}{n \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}; \quad (2.22)$$

Dimana :

t_i = Pembacaan standar

x_i = Pembacaan alat

y_i = Nilai koreksi

- **Tipe B** : nilai ketidakpastian yang tidak dilihat dari analisis pengukuran statistik (*ISO GUM B 2.15*; *VIM 3.5* dalam KAN DP.01.23). Berikut merupakan rumus umum dari ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} \quad (2.23)$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k} \quad (2.24)$$

Dimana :

U_{B1} = Nilai ketidakpastian resolusi

U_{B2} = Nilai ketidakpastian dari alat standar/kalibrator

- **Ketidakpastian Baku Gabungan (Kombinasi)**

Ketidakpastian baku gabungan disimbolkan dengan U_c , dimana nilai ketidakpastian yang digunakan untuk mewakili nilai estimasi standar deviasi dari hasil pengukuran. Nilai ketidakpastian baku gabungan didapat dari menggabungkan nilai-nilai ketidakpastian baku dari setiap taksiran masukan (hukum propagasi ketidakpastian) (*ISO GUM B 2.15*; *VIM 3.5* dalam KAN DP.01.23).

Berikut merupakan rumus umum ketidakpastian baku gabungan :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2} \quad (2.25)$$

Dimana :

U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi

U_{A1} = Nilai ketidakpastian hasil pengukuran

U_{A2} = Nilai ketidakpastian regresi

U_{B1} = Nilai ketidakpastian resolusi

U_{B2} = Nilai ketidakpastian kalibrator

- **Derajat Kebebasan Efektif**

Derajat kebebasan efektif ini berfungsi sebagai pemilihan faktor pengali untuk distribusi *Student's T*

serta sebagai penunjuk perkiraan kehandalan ketidakpastian (*ISO GUM B 2.15; VIM 3.5* dalam KAN DP.01.23). Derajat kebebasan disimbolkan dengan v , dengan rumus sebagai berikut :

$$V = n - 1 \quad (2.26)$$

Dimana :

n = Jumlah data

Sedangkan untuk derajat kebebasan efektif merupakan estimasi dari derajat kebebasan ketidakpastian baku gabungan yang dirumuskan sebagai berikut (rumus *Welch-Setterthwaite*):

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / v_i} \quad (2.27)$$

Dimana :

V_{eff} = Derajat kebebasan efektif dari ketidakpastian kombinasi

v_i = Derajat kebebasan dari komponen ketidakpastian ke- i

U_i = Hasil ketidakpastian tipe A dan B

Setelah ditentukan nilai derajat kebebasan efektif, maka dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai faktor cakupan sesuai dengan tingkat kepercayaan yang diinginkan, dimana faktor cakupan (k) didapat dari tabel *T-students*.

- **Ketidakpastian Diperluas, U_{exp}**

Ketidakpastian diperluas merupakan akhir nilai ketidakpastian dengan tingkat kepercayaan. Tingkat kepercayaan tingkat keyakinan mengenai daerah nilai sebenarnya pada suatu pengukuran (LPF, 2013).

$$U_{exp} = k \times U_c \quad (2.28)$$

Dimana :

k = Faktor cakupan

U_c = Nilai ketidakpastian kombinasi^[12]

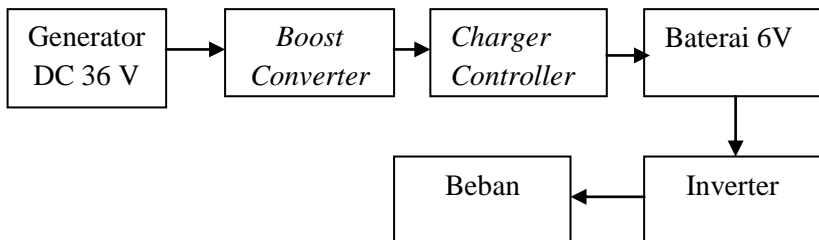
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan sistem monitoring arus dan tegangan meliputi blok fungsional sistem yang akan menjelaskan proses kerja alat dalam bentuk alur diagram, perancangan mekanik yang membahas tentang desain dan pembuatan mekanik yang mendukung cara kerja kerja alat, perancangan elektrik yang membahas perancangan rangkaian elektrik sebagai rangkaian sistem monitoring dan perancangan perangkat lunak.

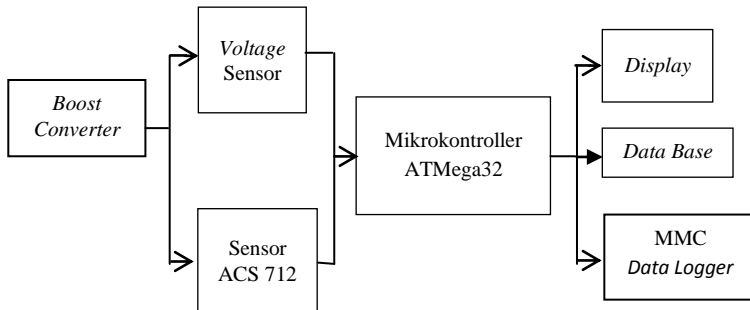
3.1 Block Diagram Perancangan Alat

Perancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari motor DC 36 Volt sebagai generator yang berfungsi sebagai supply energi utama, *Charger Controller* sebagai pengontrol pengisian baterai, ATmega32 yang akan mengolah inputan dari sensor yang akan digunakan sebagai monitoring alat. Untuk memudahkan dalam perancangan dan pembuatan, sehingga memperkecil kesalahan maka dibuat diagram bloknya seperti Gambar 3.1:



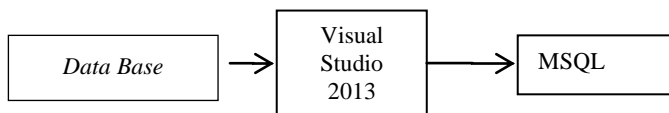
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Miniplan *Wind Turbine*

Pada Gambar 3.2, ditunjukkan diagram blok dari perancangan sensor arus dan tegangan.



Gambar 3.2. Diagram Blok Perancangan *Hardware*

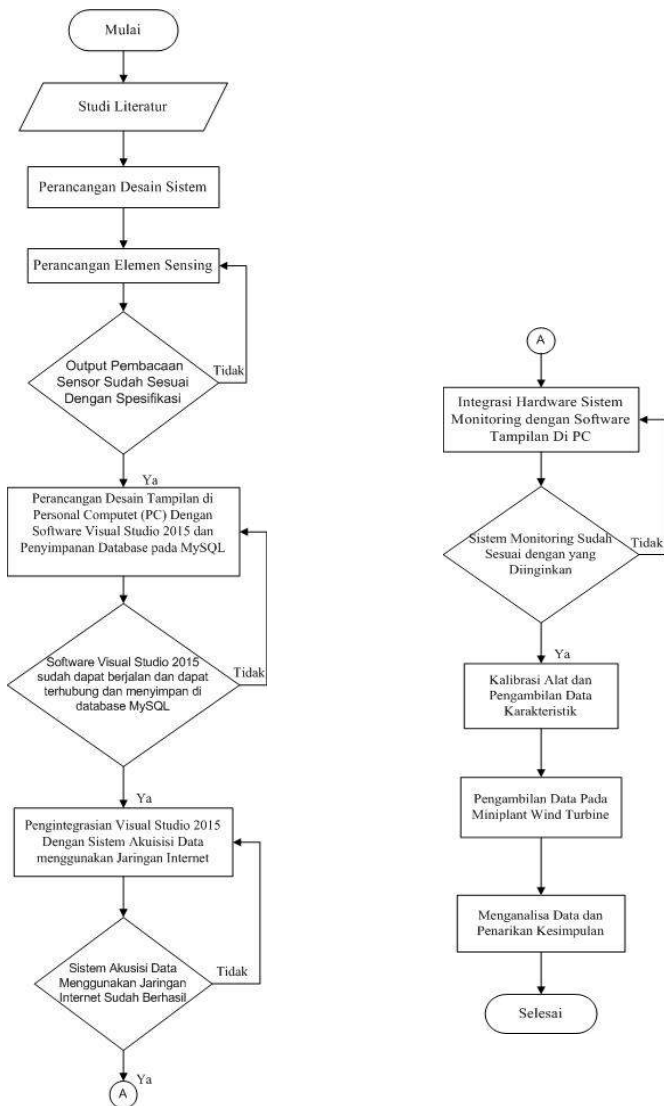
Dari outputan *boost converter* arus dan tegangan dc dimonitoring, selanjutnya outputan dari sensor diproses di mikrokontroler dan selanjutnya hasil monitoring ditampilkan di LCD 16 x 2, disimpan di *data base*, dan MMC (*sebagai data logger*).



Gambar 3.3. Diagram Blok Perancangan *Data Base*

Pada diagram blok perancangan *data base*, *data base* menggunakan visual studio 2013 untuk menampilkan hasil monitoring arus dan tegangan dc.

Berikut merupakan flowchart dari metodologi penelitian pada tugas akhir ini, ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. *Flowchart Metodologi*

Dari *Flowchart* perancangan alat dapat dilihat bahwa pertama dilakukan studi literatur kemudian setelah didapat literatur yang dibutuhkan dilakukan perancangan desain sistem yang akan di gunakan, dan setelah dari kedua kegiatan tersebut yang dapat dilakukan adalah, perancangan elemen sensing sistem yang akan digunakan. Setelah perancangan elemen sensing termasuk kedalam perancangan *Hardware*. Dari *Hardware* yang harus diselesaikan adalah dari perancangan sistem monitoring yang dilakukan, yaitu dalam bentuk *Software* dan koding dari sensor, dan perancangan sistem elektrik dari sensor yang digunakan, dan sensor yang digunakan ada 2 yaitu sensor Arus ACS712, dan voltase *Voltage Divider*. Setelah perancangan hardware, dilakukan pengujian sensor, apakah pembacaan output sensor sudah sesuai dengan set point. Jika pembacaan sensor sudah sesuai dengan set point, maka dilakukan perancangan tampilan pada PC dengan visual studio 2013 dan penyimpanan pada database di MYSQL. Setelah itu dilakukan pengujian pada tampilan dan database yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan pengintegrasian visual studio dengan akusisi data menggunakan jaringan internet. Setelah dilakukan pengintgrasian, dilakukan pengkalibrasian pada sensor, pengambilan data karakteristik, dan pengambilan data pada *wind turbine*. Dan yang terakhir adalah dilakukan analisis sehingga menjadi kesimpulan, dan tugas akhir ini dapat dikatakan selesai setelah semua analisa dan perancangan dapat dimasukkan kedalam laporan.

3.2 Perancangan dan Pembuat Perangkat Keras (*Hardware*)

3.2.1. Perancangan *Mini Plant Wind Turbine*

Dengan mengacu pada landasan teori, maka didapat perhitungan untuk menentukan dimensi dari perancangan *wind turbine*.



Gambar 3.5. Perancangan Mini Plant *Wind Turbine*

Tabel 3.1 Parameter *Wind Turbine*

No	Parameter	Nilai
1	<i>Aspect Ratio (AR)</i>	8
2	Span	42 cm
3	<i>Velocity</i>	3 m/s
4	C_p	2

- Kalkulasi Performansi
 - a. Menentukan nilai *chord*:
 $Chord = 42/8 = 5.25 \text{ cm}$
 - b. Menentukan nilai Jari-Jari :
 $R = 42/2 = 21 \text{ cm}$
 - c. Menentukan luasan sapuan *blade* :
 $Aswept = 3,14 \times 70 \times 42 = 9231.6 \text{ cm}^2 = 0,92316 \text{ m}^2$
 - d. Menentukan daya minimal *available on wind turbine*
 $P_w = 0,625 \times 0,92316 \times 3^3 = 15.578$

- Efisiensi *Wind Turbine*
 $\eta_{wt} = 0,055 \times 1,6 + 0,399 = 0,487 = 48,7$
- *Turbine Rotational Speed*

$$\omega = \frac{1,6 \times 3}{0,42} \times \frac{60}{2 \times 3,14} = 11,428 \times 9,55 = 109 \text{ rpm}$$
- *Torque Produced*

$$T = \frac{12,981}{131} = 0,099 \text{ N.m}$$
- *Check/Proof Calculations*

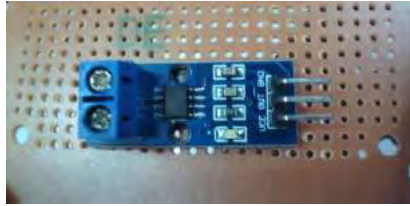
$$\lambda = \frac{131 \times 0,35 \times 2 \times 3,14}{3 \times 60} = 1,599 \cong 1,6$$
- *Solidity*
 Untuk 3 kincir angin

$$S = \frac{3 \times 0,04375}{0,7} = 0,1875$$

Untuk perancangan miniplant sendiri dilengkapi dengan sistem monitoring arus dan tegangan dari keluaran *boost converter*, Monitoring arus menggunakan sensor acs untuk mengukur arus dan untuk mengukur tegangan menggunakan sensor tegangan dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan.

3.2.2. Perancangan Sensor Arus ACS712

Pada perancangan alat ini menggunakan sensor arus. Sensor arus Alegro ACS 712 untuk mengukur arus listrik yang berasal dari generator 36 Volt DC. Pada sensor Alegro ACS 712 keluaran berupa tegangan. Sensor tersebut merupakan sensor yang menggunakan Hall Effect sebagai pembacaannya. Sensor tersebut akan diberikan masukan dengan keluaran generator yang telah berupa voltase DC dan input diberikan dari inputan beban dari *charger controller*. Dengan tersambungnyanya inputan dari generator dan beban maka arus dapat dibaca dengan offset tegangan 2,5Volt (voltase dimana tidak ada arus inputan yang masuk tetapi ada masukan dari VCC dan GND).



Gambar 3.6. Sensor ACS 712 20A

3.2.3. Perancangan Sensor Tegangan

Pada perancangan alat ini menggunakan rangkaian pembagi tegangan sebagai sensor tegangan. Pada rangkaian pembagi tegangan terdapat dua buah resistor yang berbeda nilainya, kedua resistor ini digunakan untuk membandingkan tegangan yang mengalir di kedua resistor.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \times V_{in} \quad (3.1)$$

Rangkaian pembagi tegangan berfungsi sebagai konversi tegangan. Tegangan output dari generator DC adalah 0 sampai 36 Volt, sedangkan tegangan yang diinputkan pada mikrokontroler adalah 0 sampai 5 Volt. Oleh karena itu masuk ke mikrokontroler sesuai dengan kriteria pada komponen mikrokontroler.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \times V_{in} \quad (3.2)$$

Misalkan $R_2 = 10 \text{ K}\Omega$

$V_{out} = 5 \text{ Volt}$ (V mikrokontroler)

$V_{out} = 15 \text{ Volt}$ (V_{out} dari generator dan charger controller)

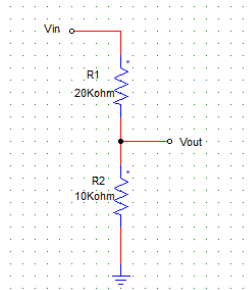
$$5 = \frac{10}{10 + R_1} \times 15$$

$$150 = 5R_1 + 50$$

$$100 = 5R_1$$

$$R_1 = 20\text{ K}\Omega$$

Sehingga, dalam rangkaian voltage divider sebagai sensor tegangan digunakan dua resistor yaitu resistor1 $10\text{ K}\Omega$ dan resistor2 $20\text{ K}\Omega$, maka rangkaian untuk sensor tegangan adalah rangkaian voltage divider, rangkaiannya ditunjukkan pada gambar



Gambar 3.7. Rangkaian Pembagi Tegangan

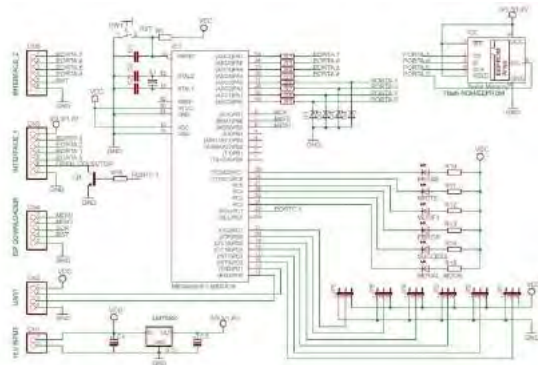


Gambar 3.8. Sensor Tegangan

3.2.4. Perancangan ATmega32

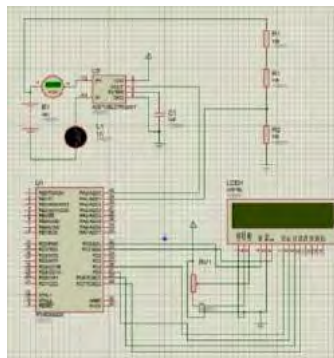
Dalam perancangan sistem monitoring ini diperlukan suatu rangkaian ATmega32 yang berfungsi sebagai gerbang

pengidentifikasi data yang masuk maupun yang keluar melewati ATmega32.



Gambar 3.9. Skematik Minimum System ATmega32

Sebagai pemroses sinyal analog ke digital yang ada di dalam ATmega32 tersebut yang akan digunakan dalam monitoring arus, dan voltase pada keluaran generator dan charger controller. Sistem monitoring tersebut akan menggunakan sensor sebagai pembaca sinyal analog / digital yang akan diproses oleh ATmega32 sehingga dapat dibaca didalam *hyperterminal* atau Visual Studio dan lcd 16 x 2 sebagai penampil data.



Gambar 3.10. Rangkaian Sensor Pada ATmega32

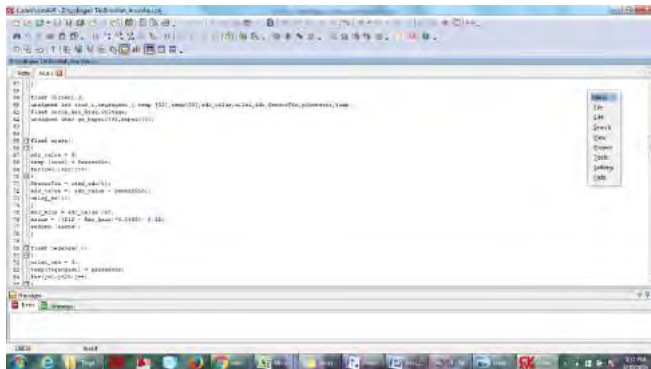
Untuk penggunaannya minimum sistem ini pada PORT C akan digunakan sebagai keluaran LCD. Kemudian PORT A0 (Analog 0) sebagai inputan dari sensor ACS-712 dan yang terakhir PORT A1 (Analog 1) sebagai inputan dari sensor Voltage Divider yang dari kedua tersebut akan digunakan sebagai pembacaan sensor yang akan masuk ke *hyperterminal* atau Visual Basic dan lcd sebagai penampil data Sensor.

3.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (Software)

Pada perancangan *software*, sistem menggunakan beberapa *software* untuk menjalankan program, yaitu Sketch ATmega32 sebagai pemrosesan sinyal dan Microsoft Visual Studio 2013 sebagai *software* monitoring dan penampil grafik.

3.3.1 Sketch ATmega32

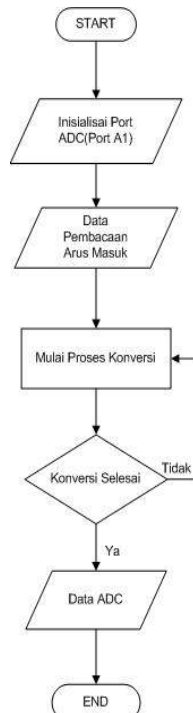
Sketch ATmega32 merupakan *software* yang digunakan untuk mengatur keperluan yang akan diinginkan.



Gambar 3.11. Sketch ATmega32

Didalam Sketch ATmega32 inilah pengguna melakukan proses pengkodekan dengan berbagai macam perintah dan

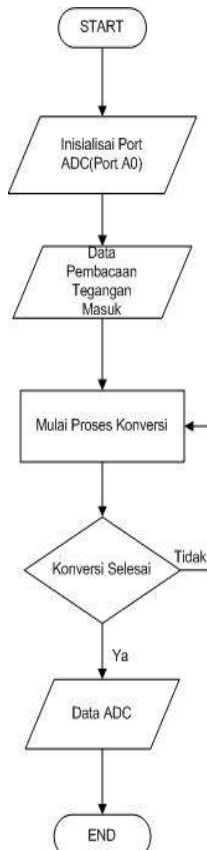
keinginan, sesuai ketentuan. Dari koding yang telah dilakukan perlu untuk diupload menuju perangkat keras dari ATmega32 tersebut sebagai alat yang digunakan sesuai keinginan dari pengguna melalui koding dari ATmega32. Koding yang digunakan dalam ATmega32 tersebut menggunakan bahasa C sebagai perintah atau ketentuan yang dibuat dalam koding. Pada Gambar 3.12 merupakan *flowchart* dari perancangan sensor arus ACS712 pada ATmega32.



Gambar 3.12. *Flowchart* Perancangan Sensor Arus

Pada *flowchart* perancangan sensor arus, dilakukan penginisialisasian port adc yang akan digunakan, untuk sensor arus menggunakan port A1, Setelah pembacaan data dilakukan oleh sensor dilakukan proses konversi.

Pada Gambar 3.13 merupakan *flowchart* dari perancangan sensor tegangan pada ATmega32.

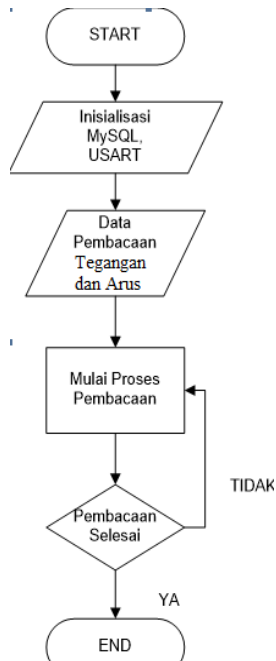


Gambar 3.13. *Flowchart* Perancangan Sensor Tegangan

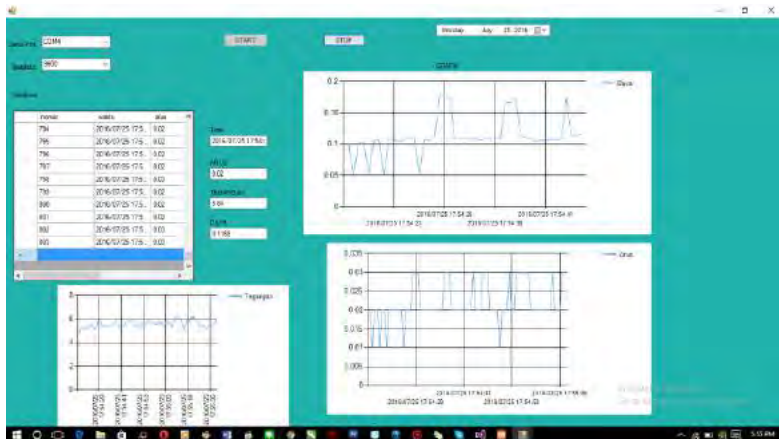
Pada *flowchart* perancangan sensor tegangan, dilakukan penginisialisasian port adc yang akan digunakan, untuk sensor arus menggunakan port A0, Setelah pembacaan data dilakukan oleh sensor dilakukan proses konversi.

3.3.2 Microsoft Visual Studio 2013

Microsoft Visual Studio 2013 merupakan software yang berbentuk foreground dimana software tersebut berada di depan Background pada PC, sehingga saat dibuka akan keluar di depan background. Software tersebut akan digunakan sebagai penampil data monitoring pada Tugas Akhir ini dengan mengkoneksikan data dari serial *hyperterminal* dengan Microsoft Visual Studio 2013. Selain itu, untuk menyimpan data hasil monitoring menggunakan MMC sebagai *data logger*.



Gambar 3.14. *Flowchart Perancangan Software Visual Studio*



Gambar 3.15. GUI *Software* Sistem monitoring pada Microsoft Visual Studio 2013

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

4.1.1 Penempatan Alat Ukur

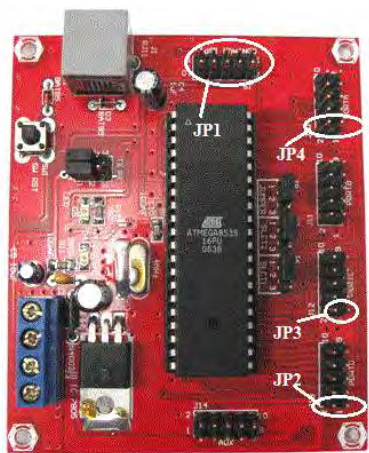
Penempatan alat ukur setelah *boost converter* untuk mengukur arus dengan beban baterai 6 Volt dan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan oleh generator DC (motor DC 36Volt).



Gambar 4.1 Penempatan Alat Ukur Pada *Wind Turbine Horizontal Axis*

4.1.2 Pengujian Tegangan *Minimum System* ATmega32

Pengujian tegangan *minimum system* ATmega32 dilakukan dengan mengukur tegangan sumber, tegangan yang masuk pada *minimum system* ATmega32, tegangan pada saat sensor bekerja , dan tegangan saat menggunakan LCD 16 x 2.



Gambar 4.2 Letak Pengukuran Tegangan

Pada Gambar 4.2 menunjukkan letak pengukuran tegangan yang dilakukan untuk pengujian tegangan *minimum system* ATmega32. Pada Tabel 4.1 menunjukkan hasil dari pengukuran tegangan pada *minimum system* ATmega32.

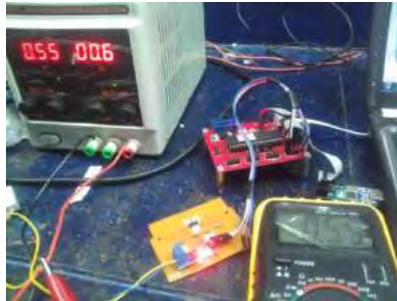
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Tegangan Pada Minsys ATmega32

Port (JP)	Tegangan (Voltage)	Keterangan
JP1	4,95	Pengukuran tegangan Vcc sumber
JP2	4,81	Pengukuran tegangan pada Vcc salah satu port minimum system ATmega32
JP3	4,80	Pengukuran tegangan pada Vcc port c yang digunakan oleh LCD 16 x 2
JP4	4,78	Pengukuran tegangan pada Vcc port A yang digunakan oleh sensor.

4.1.3 Pengujian Alat Pengukuran Arus

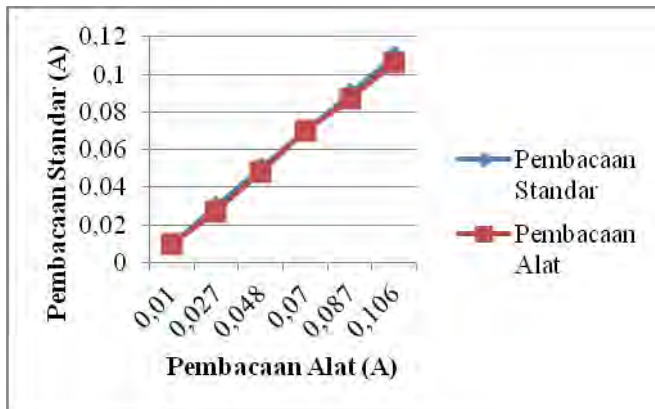
a. Pengujian Alat

Setelah dilakukan perancangan alat, dilakukan pengujian alat. Pengujian pembacaan arus dilakukan pada rentang 0.01 – 0.11 Ampere menggunakan regulator DC.



Gambar 4.3 Pengujian Sensor Arus ACS 712 20A

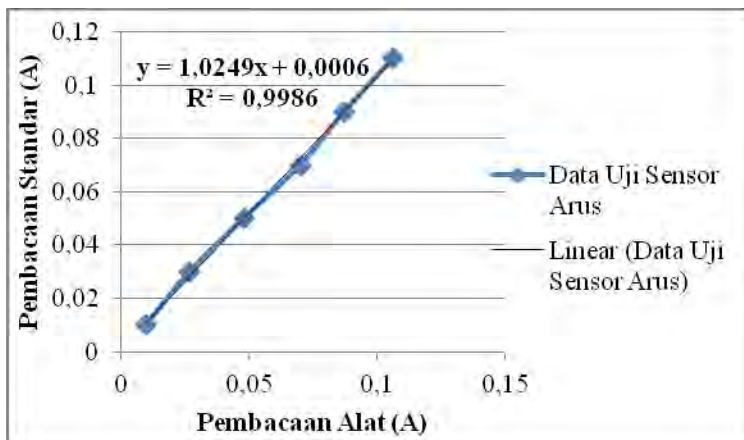
Pada setiap ampere diambil pembacaan sebanyak 10 data dengan pembacaan naik dan pembacaan turun. Alat standar yang digunakan adalah multimeter standar. Berikut ini grafik yang diperoleh dari pengujian alat, pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pengujian Sensor Arus

Dari Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pembacaan Standar alat dengan pembacaan alat hampir mendekati, dan garis pada grafik tersebut linear. Pada saat pembacaan standar bernilai 0,01 A maka pembacaan alat bernilai 0,01 A, pada saat pembacaan standar bernilai 0,03 A maka pembacaan alat bernilai 0,027 A, pada saat pembacaan standar bernilai 0,05 A maka pembacaan alat bernilai 0,048 A, pada saat pembacaan standar bernilai 0,07 A maka pembacaan alat bernilai 0,07 A, pada saat pembacaan standar bernilai 0,09 A maka pembacaan alat bernilai 0,088 A, pada saat pembacaan standar bernilai 0,11 A maka pembacaan alat bernilai 0,108 A.

Jika tipe grafik dirubah menjadi tipe scatter, maka akan didapatkan grafik seperti Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik pembacaan Alat dan Pembacaan Standar

Dari Gambar 4.5 menunjukkan bahwa persamaan pengujian dari alat yang dibandingkan dengan alat ukur yang standar, dimana persamaan yang muncul akan dipakai dalam *programming* Code Vision AVR. Persamaan grafik pengujian sensor arus yaitu $y = 1.0249x + 0.9986$ dimana y sebagai nilai dari pembacaan alat standar dan x merupakan nilai pembacaan alat. Persamaan matematik tersebut menghasilkan data pembacaan alat

arus yang sudah mendekati dengan pembacaan alat standar, *mutimeter..*

b. Data Spesifikasi Alat

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian spesifikasi alat melalui data karakteristik statik, menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Karakteristik Statik Alat

No	Range	Pembacaan Std	Pembacaan Alat	Oideal	O - Oideal	Koreksi	Koreksi i/std	Non-Linearitas
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0
2	0.03	0.03	0.027	0.02	0.0008	0.003	0.0008	-0.0012
3	0.05	0.05	0.048	0.04	0.0016	0.002	0.0016	-0.0004
4	0.07	0.07	0.07	0.06	0.0024	0	0.0024	0.0024
5	0.09	0.09	0.087	0.08	0.0032	0.003	0.0032	0.0012
6	0.11	0.11	0.106	0.10	0.004	0.004	0.004	0

Sehingga menghasilkan nilai:

Range : 0.01 – 0.11 A

Span : 0.1

Non-Linearitas : 2.5 %

Histerisis : 2.083333 %

Akurasi : 97.22222 %

Kesalahan : 2.777778 %

Berikut ini hasil perhitungan nilai karakteristik statik alat ukur arus berdasarkan data pada Tabel

- Sensitivitas (dari data pengujian alat) :

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} = \frac{0.106-0.1}{0.11-0.1} = \frac{0.006}{0.01} = 0.96$$

- *Non – Linieritas*

$$(N(I)) = O(I) - (KI + a)$$

*data yang dihitung adalah data pembacaan arus naik

Non – linieritas maksimum per unit

$$= \frac{N}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100\%$$

Dimana :

$$K \text{ (sensitivitas)} = 0.96$$

$$a \text{ (zero bias)} = O_{\min} - KI_{\min}$$

$$a = 0.1 - (0.96)(0.1)$$

$$a = 0.0004$$

$$\text{Non-Linearitas (maksimum)} = 0.0024$$

sehingga :

Non-linearitas maksimum per unit

$$= \frac{0.0024}{0.106-0.1} \times 100\% = 2.5\%$$

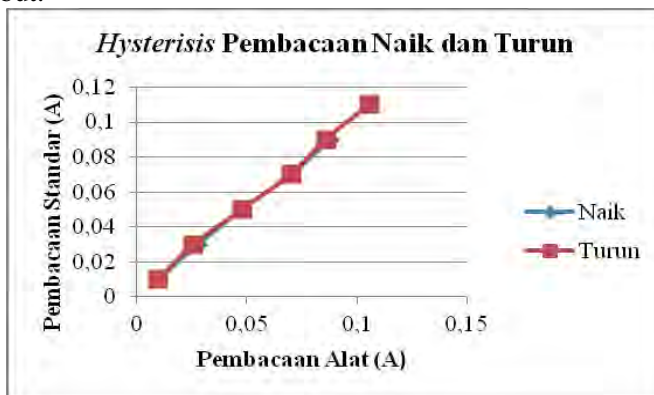
Histerisis :

$$H(I) = O(I)_{I\uparrow} - O(I)_{I\downarrow}, \hat{H} = H(I)_{\max} \text{ sehingga :}$$

$$\% \text{ maksimum histerisis} = \frac{\hat{H}}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100\%$$

$$= \frac{0.002}{0.106-0.1} \times 100\% = 2.083333 \%$$

Dari *hysteresis* tersebut dapat dijadikan grafik. Berikut ini merupakan grafik *hysteresis* dari pengukuran naik dan turun tersebut.



Gambar 4.6 *Hysteresis*

Pada Gambar 4.6 menunjukkan grafik *hysteresis* dari hasil pembacaan alat naik dan hasil pembacaan alat turun. Grafik *hysteresis* menunjukan terdapat perbedaan pembacaan alat naik dan pembacaan alat turun. Perbedaan tersebut terdapat pada pembacaan standar 0,03 A, pembacaan alat naik adalah 0,028 A, sedangkan pembacaan alat turun adalah 0,026 A. Dan pada saat pembacaan standar 0,09 A, pembacaan alat naik adalah 0,088 A, sedangkan pembacaan alat turun adalah 0,086 A.

- Akurasi :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$$

X_n = Pembacaan Alat

$$A = 1 - \left| \frac{0.058333 - 0.060}{0.058333} \right| \times 100\% \\ = 97.22 \%$$

Setelah diketahui karakteristik statik dari alat ukur arus langkah berikutnya adalah kalibrasi alat ukur. Yang digunakan sebagai kalibrator adalah *multimeter standard*. Berikut ini merupakan hasil pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur.

Tabel 4.3 Data Kalibrasi

No	Range	Standar	Pembacaan Alat	Y	Yreg	Residu	SSR
1	0.01	0.01	0.01	0	-0.0857	0.0857	0.0073
2	0.03	0.03	0.027	0.003	-0.0466	0.0496	0.0024
3	0.05	0.05	0.048	0.002	-0.0075	0.0095	0.0009
4	0.07	0.07	0.07	0	0.0315	-0.0315	0.0009
5	0.09	0.09	0.087	0.003	0.0706	-0.0676	0.0045
6	0.11	0.11	0.106	0.004	0.1097	-0.1057	0.0111
Jumlah		0.36	0.348	0.012		SSR =	0.0266
Rata- Rata		0.06	0.058	0.002			

Berikut merupakan perhitungan ketidakpastian alat ukur berdasarkan tabel 4.3.

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}{n - 1}$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{0.000014}}{5}$$

Dimana, $\sigma = 0,00167332$

Sehingga nilai ketidakpastian tipe A adalah :

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$U_{a1} = \frac{0.00167332}{\sqrt{6}} = 0,00068313$$

$$U_{a2} = 0.018932554$$

- Nilai ketidakpastian tipe B

Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar *tachometer* (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} \times 0,01}{\sqrt{3}} = 0,003$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k},$$

dikarenakan pada alat standar terdapat sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil : $U_{B2} = 0$

Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2}$$

$$U_c = \sqrt{0,00068313^2 + 0,081613242^2 + 0,003^2 + 0^2}$$

$$U_c = 0,081671218$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, sebagai berikut :

$V = n-1$, sehingga :

$V_1 = 5$; $V_2 = 5$; $V_3 = \infty$; $V_4 = 60$ (berdasarkan table T)

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut :

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / V_i}$$

$$V_{eff} = \frac{(0,081671218^4}{0,00068313^4 / 5 + 0,081613242^4 / 5 + 0 + 0,00^4 / 60}$$

$$V_{eff} = 5.014222751$$

Sehingga, jika dibulatkan menjadi 10, dimana pada table *T-student* menghasilkan nilai k (faktor koreksi) sebesar 2,57. Oleh karena itu, hasil nilai ketidakpastian diperluang sebesar :

$$U_{exp} = k \times U_c$$

$$U_{exp} = 2,57 \times 0,081671218 = 0,20989503$$

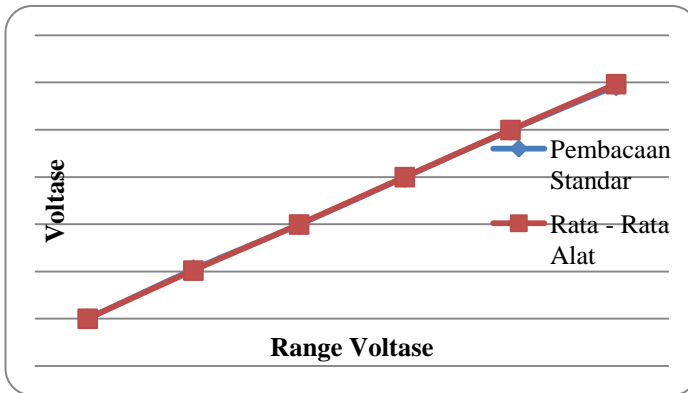
Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas, menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar $\pm 0,045850944$. dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur selama alat ukur tersebut digunakan.

4.1.4 Pengujian Alat Pengukuran Tegangan

a. Pengujian Alat

Setelah dilakukan perancangan alat, dilakukan pengujian alat. Pengujian pembacaan arus dilakukan pada rentang 2-12 Volt

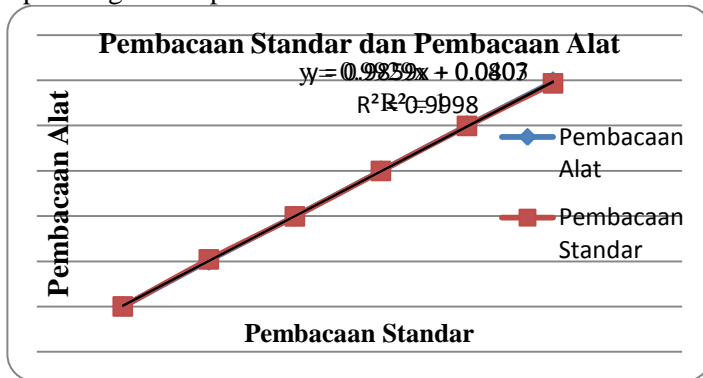
menggunakan regulator DC. Pada setiap ampere diambil pembacaan sebanyak 10 data dengan pembacaan naik dan pembacaan turun. Alat standar yang digunakan adalah regulator standard dan multimeter standar. Berikut ini grafik yang diperoleh dari pengujian alat, pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Pembacaan Standar dan Pembacaan Alat

Dari Gambar 4.7 menunjukan bahwa pembacaan Standar alat dengan pembacaan alat hampir mendekati, dan garis pada grafik tersebut linear. Pada saat pembacaan standar bernilai 2 Volt maka pembacaan alat bernilai 1,98 V, pada saat pembacaan standar bernilai 4 V maka pembacaan alat bernilai 4,1 V, pada saat pembacaan standar bernilai 6 V maka pembacaan alat bernilai 6,1 V, pada saat pembacaan standar bernilai 8 V maka pembacaan alat bernilai 7,9 V, pada saat pembacaan standar bernilai 10 V maka pembacaan alat bernilai 9,9 V, pada saat pembacaan standar bernilai 12 V maka pembacaan alat bernilai 11,6 V.

Jika tipe grafik dirubah menjadi tipe scatter, maka akan didapatkan grafik seperti Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik pembacaan Alat dan Pembacaan Standar

Dari Gambar 4.8 menunjukkan bahwa persamaan pengujian dari alat yang dibandingkan dengan alat ukur yang standar, dimana persamaan yang muncul akan dipakai dalam *programming* Code Vision AVR. Persamaan grafik pengujian sensor tegangan yaitu $y = 0,9929x + 0,0403$ dimana y sebagai nilai dari pembacaan alat standar dan x merupakan nilai pembacaan alat. Persamaan matematik tersebut menghasilkan data pembacaan alat arus yang sudah mendekati dengan pembacaan alat standar, *mutimeter*..

b. Data Spesifikasi Alat

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian spesifikasi alat melalui data karakteristik statik, menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 4.4 Data Karakteristik Statik Alat

No	Range	Pembacaan Std	Pembacaan Alat	Oideal	O - Oideal	Koreksi	Koreksi/s td	Non-Linearitas
1	2	2	0.4975	1.953	0.032	0.015	0.0075	0
2	4	4.08	1.0025	3.992	0.112	-0.025	-0.006	0.0840
3	6	5.98	1.4835	5.856	0.244	-0.120	-0.020	0.2636
4	8	7.99	1.9900	7.827	0.128	0.034	0.004	0.1304
5	10	9.98	2.4900	9.779	0.198	0.002	0.0002	0.2377
6	12	11.86	2.9725	11.623	0.034	0.203	0.017	0

Sehingga menghasilkan nilai:

Range : 2 – 12 V

Span : 10

Non-Linearitas : 2.726926 %

Histerisis : 0.806618 %

Akurasi : 99.66102 %

Kesalahan : 0.338983 %

Berikut ini hasil perhitungan nilai karakteristik statik alat ukur arus berdasarkan data pada Tabel 4.4.

- Sensitivitas (dari data pengujian alat) :

$$\text{sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} = \frac{11,657 - 1,985}{11,86 - 2} = \frac{9,672}{9,86} = 0,98073$$

Non – linieritas maksimum per unit

$$= \frac{N}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100\%$$

Dimana :

$$K (\text{sensitivitas}) = 0.98073$$

$$a (\text{zero bias}) = O_{\min} - KI_{\min}$$

$$a = 1,985 - (0.98073)(2)$$

$$a = -0.048116537$$

$$\text{Non-Linearitas (maksimum)} = 0,263693712$$

sehingga :

Non-linieritas maksimum per unit

$$= \frac{0.263693712}{11,657-1,985} \times 100\% = 2.726926 \%$$

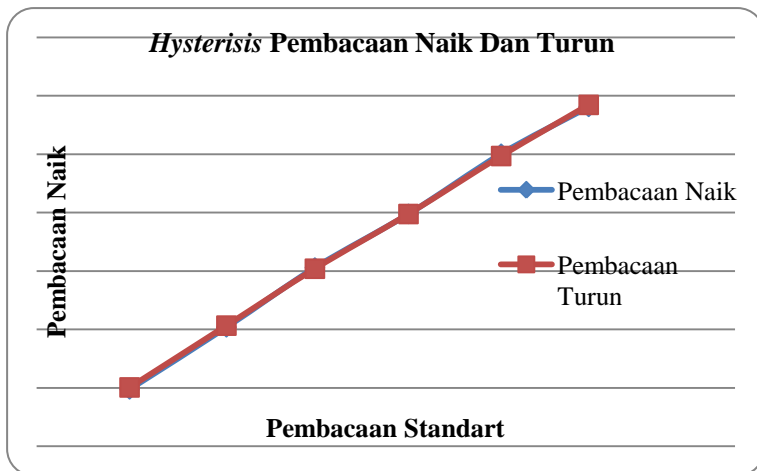
• Histerisis :

$H(I) = O(I)_{I\uparrow} - O(I)_{I\downarrow}$, $\hat{H} = H(I)_{max}$ sehingga :

$$\% \text{ maksimum histerisis} = \frac{\hat{H}}{O_{max}-O_{min}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,078}{11,657-1,985} \times 100\% = 0,806618 \%$$

Dari histerisis tersebut dapat dijadikan grafik. Berikut ini merupakan grafik histerisis dari pengukuran naik dan turun tersebut.



Gambar 4.9 *Hysterisis*

Pada Gambar 4.9 menunjukkan grafik *hysterisis* dari hasil pembacaan alat naik dan hasil pembacaan alat turun. Grafik

hysteresis menunjukan terdapat perbedaan pembacaan alat naik dan pembacaan alat turun. Perbedaan tersebut terdapat pada pembacaan standar 2 V, pembacaan alat naik adalah 1,95 V, sedangkan pembacaan alat turun adalah 2,01 V, pada saat pembacaan standar 4 V, pembacaan alat naik adalah 4,07 V, sedangkan pembacaan alat turun adalah 4,1 V, pada saat pembacaan standar 6 V, pembacaan alat naik adalah 6,12 V, sedangkan pembacaan alat turun adalah 6,08 V, pada saat pembacaan standar 8 V, pembacaan alat naik adalah 7,95 V, sedangkan pembacaan alat turun adalah 7,95 V, pada saat pembacaan standar 10 V, pembacaan alat naik adalah 10,01 V, sedangkan pembacaan alat turun adalah 9,93 V, pada saat pembacaan standar 12 V, pembacaan alat naik adalah 11,63 V, sedangkan pembacaan alat turun adalah 11,69 V.

- Akurasi :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$$

Dengan :

Y_n = Pembacaan Standar

X_n = Pembacaan Alat

$$A = 1 - \left| \frac{6,981 - 6,963}{6,981} \right| \times 100\%$$

$$= 99.66102 \%$$

Setelah diketahui karakteristik statik dari alat ukur rpm, langkah berikutnya adalah kalibrasi alat ukur. Yang digunakan sebagai kalibrator adalah *regulator standard*. Berikut ini merupakan hasil pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur.

Tabel 4.5 Data Kalibrasi

No	Range	Standar	Pembacaan Alat	Y	Yreg	Residu	SSR
1	2	2	1.9850	0.0150	-0.0291	0.0441	0.0019
2	4	4.08	4.1050	-0.0250	-0.0094	-0.0155	0.0002
3	6	5.98	6.1005	- 0.12050	0.0085	-0.1290	0.0166
4	8	7.99	7.9560	0.0340	0.0276	0.0063	4.0394
5	10	9.98	9.9780	0.0020	0.0465	-0.0445	0.0019
6	12	11.86	11.6570	0.2030	0.0643	0.1386	0.0192
Jumlah		41.89	41.78	0.1085		SSR =	0.0401
Rata- Rata		6.98	6.96	0.0180			

Berikut merupakan perhitungan ketidakpastian alat ukur berdasarkan tabel 4.5

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}{n-1}$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{0,002021931}}{5}$$

Dimana, $\sigma = 0,105619324$

Sehingga nilai ketidakpastian tipe A adalah :

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$U_{a1} = \frac{0,105619324}{\sqrt{5}} = 0,03734207$$

- Sedangkan nilai ketidakpastian regresi U_{a2} adalah

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}}$$

Dimana :

SSR (*Sum Square Residual*) = $\sum SSR$ (*Square Residual*)

$$SR = R^2 (Residu)$$

$$Y_i (\text{Nilai koreksi}) = \text{Pemb. standar } (t_i) - \text{Pemb. alat } (x_i)$$

$$Y_{reg} = a + (b \times t_i)$$

$$a = \bar{y}_i + (b \times \bar{t}_i)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum t_i y_i - \sum y_i \cdot \sum t_i}{n \cdot \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}; \quad t_i = \text{Pemb. standar},$$

y_i = Nilai koreksi, n = Jumlah data

$$b = \frac{(5 \times 1,90661) - (0,1085 \times 41,89)}{(5 \times 360,5069) - (41,89)^2}$$

$$b = 0,009481958$$

Sehingga nilai :

$$a = \bar{y}_i + (b \times \bar{t}_i)$$

$$a = 0,018083333 + (0,009481958 \times 6,981666667)$$

$$a = -0,048116537$$

Jadi, persamaan regresi menjadi

$$Y_{reg} = (-0,048116537) + (t_i \times (0,009481958))$$

Yang menghasilkan nilai $SSR = 0,040103535$

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{0,040103535}{6-2}}$$

$$U_{a2} = 0.08175526$$

- Nilai ketidakpastian tipe B

Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar *regulator DC* (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B :

$$U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} \times 0,01}{\sqrt{3}} = 0,003$$

$$U_{B2} = \frac{a}{k},$$

dikarenakan pada alat standar terdapat sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil : $U_{B2} = 0$

- Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

$$U_c = \sqrt{U_{A1}^2 + U_{A2}^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2}$$

$$U_c = \sqrt{0,03734207^2 + 0,08175526^2 + 0,003^2 + 0^2}$$

$$U_c = 0,08992971$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, sebagai berikut :

$V = n-1$, sehingga :

$V1 = 5$; $V2 = 5$; $V3 = \infty$; $V4 = 60$ (berdasarkan table T)

Dengan nilai V_{eff} (Nilai derajat kebebasan efektif) sebagai berikut :

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{\sum (U_i)^4 / V_i}$$

$$V_{eff} = \frac{(0,08992971)^4}{0,03734207^4 / 5 + 0,08175526^4 / 5 + 0 + 0,003^4 / 60}$$

$$V_{\text{eff}} = 9,820768473$$

Sehingga, jika dibulatkan menjadi 10, dimana pada table *T-student* menghasilkan nilai k (faktor koreksi) sebesar 2,228.

Oleh karena itu, hasil nilai ketidakpastian diperluang sebesar :

$$U_{\text{exp}} = k \times U_c$$

$$U_{\text{exp}} = 2,228 \times 0.08992971 = 0,200363394$$

Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas, menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar $\pm 0,200363394$. dengan tingkat kepercayaan 95% dari tabel *T-Student*. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur selama alat ukur tersebut digunakan.

4.1.5 Pengambilan Data Keseluruhan

Berikut merupakan data dari hasil pengukuran keluaran *boost converter* pada *wind turbine* dengan beban baterai 6 V di pantai kenjeran, Surabaya.

Tabel 4.6 Data Plan

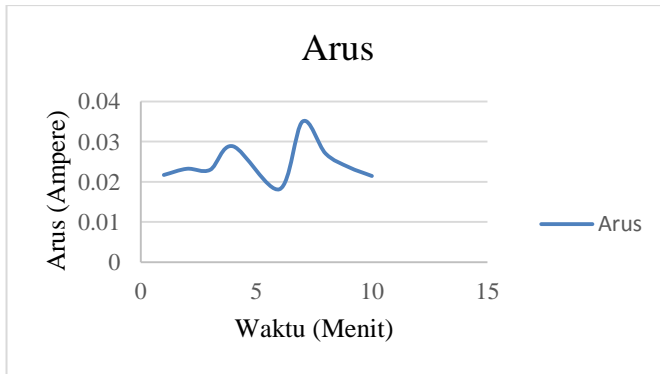
No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	2016/07/25 17:54:18	0.02	5	0.1
2	2016/07/25 17:54:19	0.01	4.87	0.0487
3	2016/07/25 17:54:20	0.02	5.11	0.1022
4	2016/07/25 17:54:20	0.02	5.17	0.1034
5	2016/07/25 17:54:21	0.01	5.24	0.0524
6	2016/07/25 17:54:21	0.02	5.28	0.1056
7	2016/07/25 17:54:21	0.02	5.33	0.1066
8	2016/07/25 17:54:22	0.01	5.12	0.0512
9	2016/07/25 17:54:23	0.02	5.37	0.1074
10	2016/07/25 17:54:23	0.02	5.4	0.108
11	2016/07/25 17:54:24	0.02	5.18	0.1036
12	2016/07/25 17:54:24	0.02	5.36	0.1072

Tabel 4.5 Lanjutan

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
13	2016/07/25 17:54:25	0.02	5.61	0.1122
14	2016/07/25 17:54:26	0.02	5.39	0.1078
15	2016/07/25 17:54:26	0.01	5.18	0.0518
16	2016/07/25 17:54:27	0.02	5.33	0.1066
17	2016/07/25 17:54:27	0.02	5.28	0.1056
18	2016/07/25 17:54:28	0.02	5.63	0.1126
19	2016/07/25 17:54:28	0.03	5.96	0.1788
20	2016/07/25 17:54:29	0.03	5.81	0.1743
21	2016/07/25 17:54:30	0.03	5.83	0.1749
22	2016/07/25 17:54:30	0.02	5.43	0.1086
23	2016/07/25 17:54:31	0.02	5.39	0.1078
24	2016/07/25 17:54:31	0.02	5.52	0.1104
25	2016/07/25 17:54:32	0.02	5.36	0.1072
26	2016/07/25 17:54:33	0.02	5.41	0.1082
27	2016/07/25 17:54:33	0.02	5.34	0.1068
28	2016/07/25 17:54:34	0.02	5.43	0.1086
29	2016/07/25 17:54:34	0.02	5.36	0.1072
30	2016/07/25 17:54:35	0.02	5.44	0.1088
31	2016/07/25 17:54:36	0.02	5.5	0.11
32	2016/07/25 17:54:36	0.03	5.55	0.1665
33	2016/07/25 17:54:37	0.03	5.56	0.1668
34	2016/07/25 17:54:38	0.03	5.81	0.1743
35	2016/07/25 17:54:38	0.02	5.69	0.1138

Untuk hasil pengukuran keluaran *boost converter* pada *wind turbine* menggunakan beban baterai 6 Volt lainnya dilampirkan dalam lampiran.

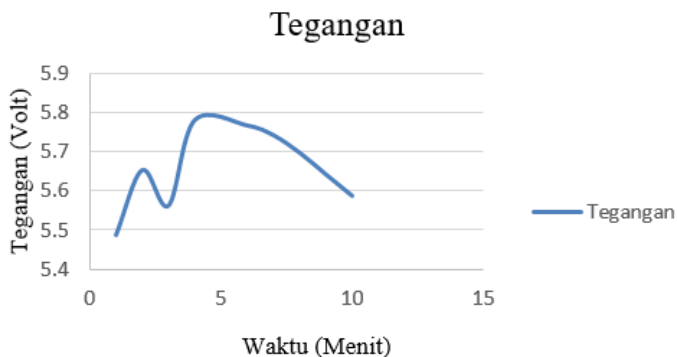
Monitoring Arus terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Pengukuran Arus

Pada grafik pengukuran arus menunjukkan arus yang terukur dari *boost converter* tidak stabil, seperti gambar 4.10, pada menit pertama sampai dengan menit ke empat, arus cenderung naik mencapai 0,028 A, namun pada menit ke enam arus turun menjadi 0,018 A. Tidak stabilnya arus yang terukur dikarenakan kecepatan angin yang tidak stabil juga, sehingga mempengaruhi arus yang dihasilkan.

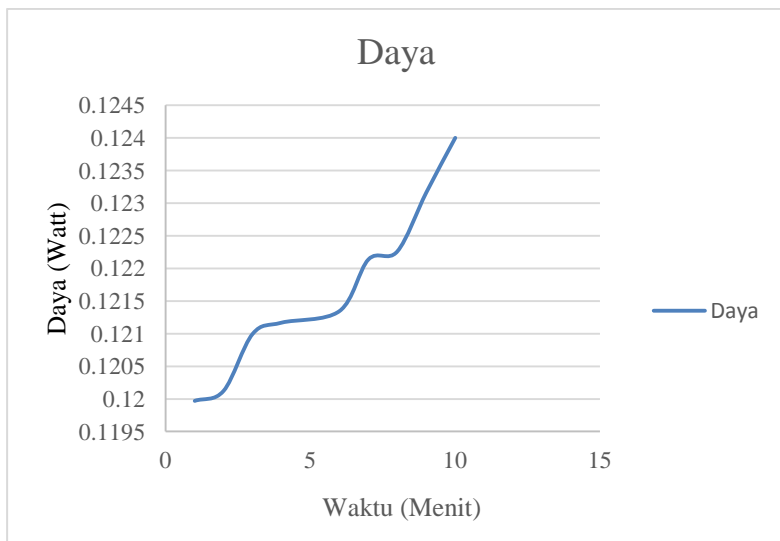
Monitoring Tegangan terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik Pengukuran Tegangan

Pada grafik pengukuran tegangan menunjukkan tegangan yang terukur dari *boost converter* tidak stabil, seperti gambar 4.10, pada menit pertama sampai dengan menit ke dua, tegangan cenderung naik mencapai 5,65 V, namun pada menit ke tiga dan ke sepuluh tegangan turun menjadi 5,58 V. Tidak stabilnya tegangan yang terukur dikarenakan kecepatan angin yang tidak stabil juga, sehingga mempengaruhi tegangan yang dihasilkan.

Monitoring daya terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik Pengukuran Daya

Pada pengukuran daya, daya cenderung terus naik hingga menit ke sepuluh daya yang dihasilkan sebesar 0,123 Watt.

4.2 Pembahasan

Pada Tugas Akhir ini yaitu tentang Rancang bangun sistem monitoring arus dan tegangan dc berbasis Atmega32 pada *wind turbine* tipe *Horizontal axis*.

Kemudian dilakukan pengujian pada setiap variabel tersebut dengan pengambilan data pembacaan berulang, pembacaan naik dan pembacaan turun yaitu dengan melakukan pengujian dengan sensor yang digunakan, dengan menggunakan alat ukur standart sebagai acuannya. Untuk variabel arus diukur pada keluaran *boost converter*, yang menggunakan sensor ACS712 sebagai uji, dan alat ukur standart menggunakan Multimeter sebagai standart. Dan untuk variabel tegangan, dimana tegangan tersebut diukur pada keluaran *boost converter*, yang menggunakan sensor *Voltage Divider* sebagai uji, dan alat ukur standart menggunakan Multimeter.

Kemudian untuk arus, didapat data arus tersebut dengan rentang ukur 0,01 – 0,11 Ampere. Setelah didapat data, dapat dilakukan perhitungan hingga menghasilkan rata-rata koreksi, akurasi, dan ketidakpastian diperluas yaitu 0,002; 97,22%; 0,209 dari sensor ACS712 dengan variabel Ampere. Dan hasil yang didapat dari variabel voltase, data yang didapat dari nilai voltase adalah dengan rentang ukur 2 – 12 Volt. Setelah pengambilan data selesai, dapat dilakukan perhitungan dari rata-rata koreksi, akurasi dari sensor dan ketidakpastian diperluas dari hasil perhitungan data tersebut yaitu 0,018; 99,66 %; 0,2003 dari sensor *Voltage Divider* dengan variabel Volt.

Dari keseluruhan data, dilihat dari pengambilan data di setiap variabel, 2 variabel pembacaan uji hampir mencapai kesamaan dengan pembacaan standar dan variabel itu adalah Arus dan Volt. Variabel arus memiliki error sebesar 2,77 % dan variabel voltage memiliki error 0,33 %. Sehingga dapat dikatakan kedua sensor tersebut dalam keadaan baik dan telah membaca variabel dengan presisi yang bagus, dan hampir akurat.

LAMPIRAN A

PENGUJIAN SENSOR

Tabel 1. Data Pengujian Sensor Arus

[illegible]

Tabel 2. Data Kalibrasi Sensor Arus

No	I reg	I std	Pembacaan Alat (A)										Naik	Turun	Rata - Rata	Koreksi
			Naik					Turun								
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0
2	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.028	0.026	0.027	0.003
3	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.048	0.048	0.048	0.002
4	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0
5	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.088	0.086	0.087	0.003
6	0.11	0.11	0.1	0.1	0.11	0.11	0.11	0.1	0.11	0.11	0.1	0.11	0.106	0.106	0.106	0.004

Tabel 3. Data Pengujian Sensor Tegangan

No	Rentang	Pembacaan	Pembacaan Alat (Naik)										Pembacaan Akt (Turun)										Naik	Turun	Rata - Rata	koreksi
	Arus		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	2	2	2.02	2.05	1.82	2.08	1.95	1.8	1.85	2.1	1.92	1.94	2.14	1.95	2.1	2.1	2.11	1.88	2.05	1.88	1.85	2.11	1.953	2.017	1.985	0.015
2	4	4.08	4.18	4.33	4.12	3.9	3.94	3.84	4.09	4.34	4.12	3.91	4.34	3.87	4.15	4.33	3.87	4.15	4.33	3.87	4.31	4.11	4.077	4.133	4.105	-0.025
3	6	5.98	5.98	5.91	6.29	6.38	6.33	6.11	5.89	6.06	5.89	6.36	5.87	6.36	6.28	6.2	6.01	6.03	6.2	5.84	6.08	5.94	6.12	6.081	6.1005	-0.1205
4	8	7.99	8.2	8.26	7.96	7.7	7.71	8.04	7.89	7.76	7.8	8.26	7.7	8.08	8.12	7.79	7.74	8.04	8.14	8.18	7.98	7.77	7.958	7.954	7.956	0.034
5	10	9.98	10.11	10.23	9.6	10.12	10.04	10.1	9.96	10.2	10.18	9.7	10.1	9.7	9.69	9.89	9.93	10.13	9.72	10.1	10.1	9.99	10.017	9.939	9.978	0.002
6	12	11.86	11.35	11.41	11.47	11.32	11.57	12	11.68	11.4	11.98	12	12	11.8	11.42	12	11.6	11.57	11.7	11.8	11.8	11.35	11.623	11.691	11.657	0.203

LAMPIRAN B DATA PLAN

Tabel 1. *Data Wind Turbine Vertical Axis*

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	2016/07/25 21:25:39	0.02	3.65	0.073
2	2016/07/25 21:25:40	0.02	3.65	0.073
3	2016/07/25 21:25:41	0.02	3.65	0.073
4	2016/07/25 21:25:41	0.02	3.65	0.073
5	2016/07/25 21:25:42	0.02	3.65	0.073
6	2016/07/25 21:25:42	0.02	3.65	0.073
7	2016/07/25 21:25:43	0.01	3.65	0.0365
8	2016/07/25 21:25:44	0.02	3.65	0.073
9	2016/07/25 21:25:44	0.02	3.65	0.073
10	2016/07/25 21:25:45	0.02	3.65	0.073
11	2016/07/25 21:25:46	0.02	3.64	0.0728
12	2016/07/25 21:25:47	0.02	3.64	0.0728
13	2016/07/25 21:25:48	0.02	3.64	0.0728
14	2016/07/25 21:25:49	0.01	3.64	0.0364
15	2016/07/25 21:25:50	0.02	3.64	0.0728
16	2016/07/25 21:25:50	0.02	3.64	0.0728
17	2016/07/25 21:25:52	0.01	3.64	0.0364
18	2016/07/25 21:25:53	0.02	3.64	0.0728
19	2016/07/25 21:25:54	0.02	3.64	0.0728
20	2016/07/25 21:25:55	0.02	3.64	0.0728
21	2016/07/25 21:25:56	0.02	3.64	0.0728
22	2016/07/25 21:25:57	0.02	3.64	0.0728
23	2016/07/25 21:25:59	0.01	3.63	0.0363
24	2016/07/25 21:26:01	0.02	3.63	0.0726
25	2016/07/25 21:26:02	0.02	3.63	0.0726
26	2016/07/25 21:26:04	0.02	3.63	0.0726
27	2016/07/25 21:26:05	0.02	3.63	0.0726
28	2016/07/25 21:26:07	0.01	3.63	0.0363
29	2016/07/25 21:26:09	0.02	3.63	0.0726
30	2016/07/25 21:26:11	0.02	3.63	0.0726
31	2016/07/25 21:26:13	0.01	3.63	0.0363
32	2016/07/25 21:26:14	0.01	3.63	0.0363
33	2016/07/25 21:26:16	0.02	3.63	0.0726

Lanjutan Tabel 1.

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
34	2016/07/25 21:26:18	0.01	3.63	0.0363
35	2016/07/25 21:26:20	0.02	3.63	0.0726
36	2016/07/25 21:26:23	0.02	3.63	0.0726
37	2016/07/25 21:26:25	0.02	3.63	0.0726
38	2016/07/25 21:26:27	0.01	3.63	0.0363
39	2016/07/25 21:26:29	0.01	3.63	0.0363
40	2016/07/25 21:26:32	0.02	3.61	0.0722
41	2016/07/25 21:26:34	0.02	3.61	0.0722
42	2016/07/25 21:26:37	0.02	3.61	0.0722
43	2016/07/25 21:26:39	0.02	3.61	0.0722
44	2016/07/25 21:26:42	0.02	3.61	0.0722
45	2016/07/25 21:26:45	0.01	3.61	0.0361
46	2016/07/25 21:26:48	0.02	3.61	0.0722
47	2016/07/25 21:26:51	0.02	3.61	0.0722

Tabel 2. Data Wind Turbine Horizontal Axis

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	2016/07/25 17:54:18	0.02	5	0.1
2	2016/07/25 17:54:19	0.01	4.87	0.0487
3	2016/07/25 17:54:20	0.02	5.11	0.1022
4	2016/07/25 17:54:20	0.02	5.17	0.1034
5	2016/07/25 17:54:21	0.01	5.24	0.0524
6	2016/07/25 17:54:21	0.02	5.28	0.1056
7	2016/07/25 17:54:21	0.02	5.33	0.1066
8	2016/07/25 17:54:22	0.01	5.12	0.0512
9	2016/07/25 17:54:23	0.02	5.37	0.1074
10	2016/07/25 17:54:23	0.02	5.4	0.108
11	2016/07/25 17:54:24	0.02	5.18	0.1036
12	2016/07/25 17:54:24	0.02	5.36	0.1072
13	2016/07/25 17:54:25	0.02	5.61	0.1122
14	2016/07/25 17:54:26	0.02	5.39	0.1078
15	2016/07/25 17:54:26	0.01	5.18	0.0518
16	2016/07/25 17:54:27	0.02	5.33	0.1066
17	2016/07/25 17:54:27	0.02	5.28	0.1056

Lanjutan Tabel 2

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
18	2016/07/25 17:54:28	0.02	5.63	0.1126
19	2016/07/25 17:54:28	0.03	5.96	0.1788
20	2016/07/25 17:54:29	0.03	5.81	0.1743
21	2016/07/25 17:54:30	0.03	5.83	0.1749
22	2016/07/25 17:54:30	0.02	5.43	0.1086
23	2016/07/25 17:54:31	0.02	5.39	0.1078
24	2016/07/25 17:54:31	0.02	5.52	0.1104
25	2016/07/25 17:54:32	0.02	5.36	0.1072
26	2016/07/25 17:54:33	0.02	5.41	0.1082
27	2016/07/25 17:54:33	0.02	5.34	0.1068
28	2016/07/25 17:54:34	0.02	5.43	0.1086
29	2016/07/25 17:54:34	0.02	5.36	0.1072
30	2016/07/25 17:54:35	0.02	5.44	0.1088
31	2016/07/25 17:54:36	0.02	5.5	0.11
32	2016/07/25 17:54:36	0.03	5.55	0.1665
33	2016/07/25 17:54:37	0.03	5.56	0.1668
34	2016/07/25 17:54:38	0.03	5.81	0.1743
35	2016/07/25 17:54:38	0.02	5.69	0.1138
36	2016/07/25 17:54:39	0.02	5.56	0.1112
37	2016/07/25 17:54:39	0.02	5.44	0.1088
38	2016/07/25 17:54:40	0.02	5.27	0.1054
39	2016/07/25 17:54:40	0.02	5.3	0.106
40	2016/07/25 17:54:41	0.02	5.3	0.106
41	2016/07/25 17:54:42	0.02	5.37	0.1074
42	2016/07/25 17:54:42	0.02	5.39	0.1078
43	2016/07/25 17:54:43	0.02	5.36	0.1072
44	2016/07/25 17:54:43	0.03	5.81	0.1743
45	2016/07/25 17:54:44	0.02	5.72	0.1144
46	2016/07/25 17:54:45	0.02	5.71	0.1142
47	2016/07/25 17:54:45	0.02	5.84	0.1168
48	2016/07/25 17:54:46	0.03	5.74	0.1722
49	2016/07/25 17:54:46	0.03	5.9	0.177
50	2016/07/25 17:54:47	0.03	6.03	0.1809
51	2016/07/25 17:54:48	0.02	5.52	0.1104
52	2016/07/25 17:54:50	0.02	5.36	0.1072

Lanjutan Tabel 2

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
53	2016/07/25 17:54:50	0.02	5.36	0.1072
54	2016/07/25 17:54:51	0.02	5.46	0.1092
55	2016/07/25 17:54:51	0.02	5.19	0.1038
56	2016/07/25 17:54:52	0.01	5.34	0.0534
57	2016/07/25 17:54:52	0.02	5.36	0.1072
58	2016/07/25 17:54:52	0.02	5.34	0.1068
59	2016/07/25 17:54:53	0.02	5.62	0.1124
60	2016/07/25 17:54:53	0.03	5.59	0.1677
61	2016/07/25 17:54:53	0.02	5.46	0.1092
62	2016/07/25 17:54:54	0.02	5.43	0.1086
63	2016/07/25 17:54:54	0.03	5.63	0.1689
64	2016/07/25 17:54:55	0.03	5.8	0.174
65	2016/07/25 17:54:55	0.03	5.99	0.1797
66	2016/07/25 17:54:56	0.03	5.81	0.1743
67	2016/07/25 17:54:56	0.03	5.84	0.1752
68	2016/07/25 17:54:57	0.03	5.62	0.1686
69	2016/07/25 17:54:58	0.02	5.55	0.111
70	2016/07/25 17:54:58	0.02	5.62	0.1124
71	2016/07/25 17:54:59	0.02	5.75	0.115
72	2016/07/25 17:55:00	0.02	5.55	0.111
73	2016/07/25 17:55:00	0.02	5.53	0.1106
74	2016/07/25 17:55:01	0.02	5.72	0.1144
75	2016/07/25 17:55:01	0.02	5.8	0.116
76	2016/07/25 17:55:02	0.02	5.43	0.1086
77	2016/07/25 17:55:03	0.02	5.72	0.1144
78	2016/07/25 17:55:03	0.03	5.69	0.1707
79	2016/07/25 17:55:04	0.02	5.53	0.1106
80	2016/07/25 17:55:04	0.02	5.4	0.108
81	2016/07/25 17:55:05	0.02	5.61	0.1122
82	2016/07/25 17:55:05	0.03	5.83	0.1749
83	2016/07/25 17:55:06	0.03	5.81	0.1743
84	2016/07/25 17:55:07	0.02	5.72	0.1144
85	2016/07/25 17:55:08	0.02	5.53	0.1106
86	2016/07/25 17:55:08	0.02	5.24	0.1048
87	2016/07/25 17:55:09	0.02	5.71	0.1142

Lanjutan Tabel 2

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
88	2016/07/25 17:55:09	0.03	5.83	0.1749
89	2016/07/25 17:55:10	0.02	5.77	0.1154
90	2016/07/25 17:55:11	0.03	6.19	0.1857
91	2016/07/25 17:55:11	0.03	6.24	0.1872
92	2016/07/25 17:55:12	0.03	6.22	0.1866
93	2016/07/25 17:55:13	0.04	6	0.24
94	2016/07/25 17:55:13	0.03	5.93	0.1779
95	2016/07/25 17:55:14	0.02	5.78	0.1156
96	2016/07/25 17:55:15	0.02	5.53	0.1106
97	2016/07/25 17:55:15	0.01	5.18	0.0518
98	2016/07/25 17:55:16	0.02	5.4	0.108
99	2016/07/25 17:55:16	0.02	5.5	0.11
100	2016/07/25 17:55:17	0.02	5.97	0.1194
101	2016/07/25 17:55:18	0.03	5.85	0.1755
102	2016/07/25 17:55:18	0.03	5.71	0.1713
103	2016/07/25 17:55:19	0.03	6.1	0.183
104	2016/07/25 17:55:20	0.04	6.16	0.2464
105	2016/07/25 17:55:21	0.03	6	0.18
106	2016/07/25 17:55:22	0.04	6.25	0.25
107	2016/07/25 17:55:22	0.04	6.02	0.2408
108	2016/07/25 17:55:23	0.03	5.94	0.1782
109	2016/07/25 17:55:24	0.02	5.72	0.1144
110	2016/07/25 17:55:25	0.02	5.8	0.116
111	2016/07/25 17:55:26	0.02	5.55	0.111
112	2016/07/25 17:55:27	0.02	5.37	0.1074
113	2016/07/25 17:55:27	0.02	5.34	0.1068
114	2016/07/25 17:55:28	0.02	5.41	0.1082
115	2016/07/25 17:55:30	0.02	5.5	0.11
116	2016/07/25 17:55:31	0.02	5.3	0.106
117	2016/07/25 17:55:32	0.01	5.17	0.0517
118	2016/07/25 17:55:33	0.02	5.21	0.1042
119	2016/07/25 17:55:34	0.02	5.41	0.1082
120	2016/07/25 17:55:35	0.02	5.41	0.1082
121	2016/07/25 17:55:36	0.02	5.55	0.111
122	2016/07/25 17:55:37	0.02	5.49	0.1098

Lanjutan Tabel 2

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
123	2016/07/25 17:55:38	0.02	5.46	0.1092
124	2016/07/25 17:55:39	0.02	5.53	0.1106
125	2016/07/25 17:55:40	0.02	5.63	0.1126
126	2016/07/25 17:55:42	0.02	5.94	0.1188
127	2016/07/25 17:55:43	0.03	5.87	0.1761
128	2016/07/25 17:55:45	0.03	5.71	0.1713
129	2016/07/25 17:55:47	0.02	5.55	0.111
130	2016/07/25 17:55:48	0.02	5.49	0.1098
131	2016/07/25 17:55:50	0.02	5.28	0.1056
132	2016/07/25 17:55:52	0.02	5.24	0.1048
133	2016/07/25 17:55:54	0.02	5.28	0.1056
134	2016/07/25 17:55:55	0.02	5.56	0.1112
135	2016/07/25 17:55:57	0.02	5.65	0.113
136	2016/07/25 17:55:59	0.02	5.72	0.1144
137	2016/07/25 17:56:00	0.02	5.72	0.1144
138	2016/07/25 17:56:03	0.02	5.49	0.1098
139	2016/07/25 17:56:05	0.02	5.39	0.1078
140	2016/07/25 17:56:06	0.02	5.21	0.1042
141	2016/07/25 17:56:09	0.02	5.46	0.1092
142	2016/07/25 17:56:10	0.02	5.3	0.106
143	2016/07/25 17:56:12	0.02	5.28	0.1056
144	2016/07/25 17:56:14	0.02	5.63	0.1126
145	2016/07/25 17:56:16	0.03	5.87	0.1761
146	2016/07/25 17:56:17	0.03	5.68	0.1704
147	2016/07/25 17:56:20	0.03	5.84	0.1752
148	2016/07/25 17:56:22	0.03	5.61	0.1683
149	2016/07/25 17:56:25	0.02	5.52	0.1104
150	2016/07/25 17:56:28	0.02	5.52	0.1104
151	2016/07/25 17:56:30	0.02	5.39	0.1078
152	2016/07/25 17:56:32	0.02	5.63	0.1126
153	2016/07/25 17:56:35	0.02	5.62	0.1124
154	2016/07/25 17:56:38	0.02	5.58	0.1116
155	2016/07/25 17:56:40	0.02	5.63	0.1126
156	2016/07/25 17:56:43	0.02	5.49	0.1098
157	2016/07/25 17:56:45	0.02	5.27	0.1054

Lanjutan Tabel 2

No	Waktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
158	2016/07/25 17:56:48	0.02	5.19	0.1038
159	2016/07/25 17:56:50	0.02	5.62	0.1124
160	2016/07/25 17:56:53	0.03	5.72	0.1716
161	2016/07/25 17:56:55	0.03	5.93	0.1779
162	2016/07/25 17:56:57	0.03	5.74	0.1722
163	2016/07/25 17:56:59	0.03	5.87	0.1761
164	2016/07/25 17:57:01	0.03	5.62	0.1686
165	2016/07/25 17:57:03	0.02	5.58	0.1116
166	2016/07/25 17:57:06	0.04	5.96	0.2384
167	2016/07/25 17:57:09	0.04	6.07	0.2428
168	2016/07/25 17:57:11	0.04	6.02	0.2408
169	2016/07/25 17:57:14	0.04	5.93	0.2372
170	2016/07/25 17:57:16	0.03	6.18	0.1854
171	2016/07/25 17:57:20	0.03	5.8	0.174
172	2016/07/25 17:57:22	0.03	5.69	0.1707
173	2016/07/25 17:57:26	0.02	5.74	0.1148
174	2016/07/25 17:57:29	0.03	5.87	0.1761
175	2016/07/25 17:57:31	0.03	5.72	0.1716
176	2016/07/25 17:57:34	0.02	5.74	0.1148
177	2016/07/25 17:57:37	0.03	5.59	0.1677
178	2016/07/25 17:57:40	0.02	5.61	0.1122
179	2016/07/25 17:57:43	0.02	5.4	0.108
180	2016/07/25 17:57:46	0.02	5.4	0.108
181	2016/07/25 17:59:07	0.01	5.18	0.0518
182	2016/07/25 17:59:10	0.01	5.24	0.0524
183	2016/07/25 17:59:13	0.02	5.18	0.1036
184	2016/07/25 17:59:16	0.02	5.14	0.1028
185	2016/07/25 17:59:20	0.02	5.28	0.1056
186	2016/07/25 17:59:23	0.02	5.3	0.106
187	2016/07/25 17:59:27	0.02	5.44	0.1088
188	2016/07/25 17:59:30	0.01	5.43	0.0543
189	2016/07/25 17:59:33	0.02	5.18	0.1036
190	2016/07/25 17:59:37	0.01	5.22	0.0522
191	2016/07/25 17:59:40	0.01	5.34	0.0534
192	2016/07/25 17:59:44	0.02	5.61	0.1122

Lanjutan Tabel 2

No	Waktu	Arus (A)	Tegagan (V)	Daya (W)
193	2016/07/25 17:59:47	0.02	5.78	0.1156
194	2016/07/25 17:59:51	0.02	5.8	0.116
195	2016/07/25 17:59:55	0.03	6.09	0.1827
196	2016/07/25 17:59:59	0.03	5.85	0.1755
197	2016/07/25 18:00:03	0.03	5.72	0.1716
198	2016/07/25 18:00:08	0.03	5.63	0.1689
199	2016/07/25 18:00:12	0.04	5.94	0.2376
200	2016/07/25 18:00:17	0.03	6.03	0.1809
201	2016/07/25 18:00:22	0.04	6.19	0.2476
202	2016/07/25 18:00:27	0.03	6.09	0.1827
203	2016/07/25 18:00:33	0.03	5.9	0.177
204	2016/07/25 18:00:38	0.04	5.99	0.2396
205	2016/07/25 18:00:42	0.03	6.07	0.1821
206	2016/07/25 18:00:47	0.04	5.87	0.2348
207	2016/07/25 18:00:52	0.04	6.18	0.2472
208	2016/07/25 18:00:57	0.04	6.12	0.2448
210	2016/07/25 18:01:03	0.04	6.02	0.2408
211	2016/07/25 18:01:09	0.04	5.97	0.2388
212	2016/07/25 18:01:16	0.03	5.94	0.1782
213	2016/07/25 18:01:22	0.03	5.85	0.1755
214	2016/07/25 18:01:28	0.03	6.02	0.1806
215	2016/07/25 18:01:34	0.03	5.81	0.1743
216	2016/07/25 18:01:41	0.02	5.55	0.111
217	2016/07/25 18:01:47	0.01	5.37	0.0537
218	2016/07/25 18:01:52	0.02	5.36	0.1072
219	2016/07/25 18:01:57	0.02	5.68	0.1136
220	2016/07/25 18:02:02	0.02	5.61	0.1122
221	2016/07/25 18:02:11	0.02	5.63	0.1126
222	2016/07/25 18:02:16	0.03	6.03	0.1809
223	2016/07/25 18:02:20	0.03	5.88	0.1764
224	2016/07/25 18:02:25	0.03	5.69	0.1707
225	2016/07/25 18:02:31	0.02	5.4	0.108
226	2016/07/25 18:02:37	0.02	5.49	0.1098
227	2016/07/25 18:02:42	0.02	5.65	0.113
228	2016/07/25 18:02:47	0.03	5.68	0.1704

Lanjutan Tabel 2

No	W aktu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
229	2016/07/25 18:02:52	0.02	5.53	0.1106
230	2016/07/25 18:02:58	0.02	5.53	0.1106
231	2016/07/25 18:03:04	0.02	5.41	0.1082
232	2016/07/25 18:03:10	0.02	5.41	0.1082
233	2016/07/25 18:03:16	0.02	5.27	0.1054
234	2016/07/25 18:03:24	0.02	5.41	0.1082
235	2016/07/25 18:03:32	0.03	5.56	0.1668
236	2016/07/25 18:03:39	0.02	5.62	0.1124
237	2016/07/25 18:03:47	0.02	5.55	0.111

LAMPIRAN C

DATASHEET SENSOR ACS 712



ACS712

**Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor**

Features and Benefits

- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth is set via the new FILTER pin
- 2-µs output rise time in response to step input current
- 80 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at $T_A = 25^\circ\text{C}$
- Small footprint, low-profile SOIC package
- 12 mΩ internal conductor resistance
- 2.1 kVRMS maximum isolation voltage from pins 1-4 to pins 5-8
- 5.0 V single supply operation
- 60 to 185 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Balanceless output from supply voltage



TZ1 Accurac
Customer Number:
180V 00100 00121010



Package: 8 Lead SOIC (suffix LC)



Figure 1. ACS712 Package

Description

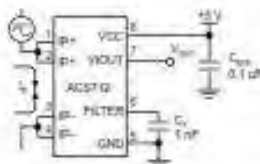
The Allegro[®] ACS712 provides economical and precise solutions for AC or DC current sensing in industrial, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switch-mode power supplies, and overcurrent fault protection. The device is not intended for automotive applications.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall circuit with a copper conduction path located near the surface of the die. Applied current flowing through this copper conduction path generates a magnetic field which the Hall IC converts into a proportional voltage. Device accuracy is optimized through the close proximity of the magnetic signal to the Hall transducer. A precise, proportional voltage is provided by the low-offset, chopper-stabilized BiCMOS Hall IC, which is programmed for accuracy after packaging.

The output of the device has a positive slope ($\partial V_{OUT}/\partial I_{PRIM}$) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 7 and 8), which is the path used for current sampling. The internal resistance of this conductive path is 12 mΩ typical, providing low power loss. The thickness of the copper conductor allows survival of

Continued on the next page...

Typical Application



Application 1: The ACS712 outputs an analog signal, V_{OUT} , that varies linearly with the ac or dc (discontinuous AC or DC) primary sampled current, I_{PRIM} , within the device's specified I_{PRIM} is recommended for motor management, with values that depend on the application.

ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Description (continued)

the device at up to 5× overcurrent conditions. The terminals of the conductive path are electrically isolated from the signal leads (pins 5 through 8). This allows the ACS712 to be used in applications requiring electrical isolation without the use of opto-isolators or other costly isolation techniques.

The ACS712 is provided in a small, surface mount SOIC8 package. The leadframe is plated with 100% matte tin, which is compatible with standard lead (Pb) free printed circuit board assembly processes. Internally, the device is Pb-free, except for flip-chip high-temperature Pb-based solder balls, currently exempt from RoHS. The device is fully calibrated prior to shipment from the factory.

Selection Guide

Part Number	Packing*	T _A (°C)	Optimized Range, I _P (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±30	66

*Contact Allegro for additional packing options.

Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V _{CC}		8	V
Reverse Supply Voltage	V _{ICC}		-0.1	V
Output Voltage	V _{OUT}		8	V
Reverse Output Voltage	V _{REOUT}		-0.1	V
Output Current Source	I _{OUT(SOURCE)}		3	mA
Output Current Sink	I _{OUT(SINK)}		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	I _{OP}	1 pulse, 100 ms	100	A
Nominal Operating Ambient Temperature	T _A	Range E	-40 to 85	°C
Maximum Junction Temperature	T _{J(max)}		185	°C
Storage Temperature	T _{stg}		-65 to 170	°C

Isolation Characteristics

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Unit
Dielectric Strength Test Voltage*	V _{ISO}	Agency type-tested for 60 seconds per UL standard 60950-1, 1st Edition	2100	VAC
Working Voltage for Basic Isolation	V _{WFB}	For basic (single) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	354	VDC or V _{pk}
Working Voltage for Reinforced Isolation	V _{WFR}	For reinforced (double) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	184	VDC or V _{pk}

* Allegro does not conduct 60-second testing. It is done only during the UL certification process.

Parameter	Specification
Fire and Electric Shock	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03 UL 60950-1:2003 EN 60950-1:2001

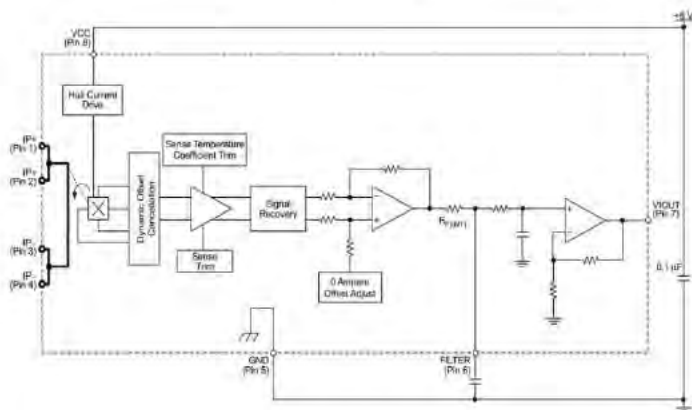


Allegro MicroSystems, LLC
111 Northwest Corner
Waynesville, Massachusetts 01886-0001 U.S.A.
+1 508 483 6500; www.allegromicro.com

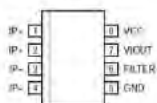
ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Functional Block Diagram



Pin-out Diagram



Terminal List Table

Number	Name	Description
1 and 2	IP+	Terminals for current being sampled; fused internally
3 and 4	IP-	Terminals for current being sampled; fused internally
5	GND	Signal ground terminal
6	FILTER	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	VOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal

ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

COMMON OPERATING CHARACTERISTICS¹ over full range of T_A , $C_F = 1$ nF, and $V_{CC} = 5$ V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	I_{CC}	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	—	10	13	mA
Output Capacitance Load	C_{LOAD}	V _{OUT} to GND	—	—	10	nF
Output Resistive Load	R_{LOAD}	V _{OUT} to GND	4.7	—	—	kΩ
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	—	1.2	—	mΩ
Rise Time	t_r	$I_P = I_P(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{LOAD} = \text{open}$	—	3.5	—	μs
Frequency Bandwidth	f	~3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$, I_P is 10 A peak-to-peak	—	80	—	kHz
Nonlinearity	E_{NL}	Over full range of I_P	—	1.5	—	%
Symmetry	E_{SYM}	Over full range of I_P	98	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{OUT}(0)$	Bidirectional, $I_P = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	—	$V_{CC} \times 0.5$	—	V
Power-On Time	t_{PO}	Output reaches 90% of steady-state level, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 20 A present on leadframe	—	35	—	μs
Magnetic Coupling ²			—	12	—	G/A
Internal Filter Resistance ³	$R_{E(OUT)}$		—	1.7	—	kΩ

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient, T_A , and internal leadframe temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_J(\text{max})$, is not exceeded.

² $1\text{G} = 0.1\text{ mT}$.

³ $R_{E(OUT)}$ forms an RC circuit via the FILTER pin.

COMMON THERMAL CHARACTERISTICS¹

			Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Internal Leadframe Temperature	T_A	E range	−40	—	85	$^\circ\text{C}$
					Value	Units
Junction-to-Lead Thermal Resistance ²	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro A5EK 712 evaluation board			5	$^\circ\text{C/W}$
Junction-to-Ambient Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro 85-0322 evaluation board, includes the power consumed by the board			23	$^\circ\text{C/W}$

¹Additional thermal information is available on the Allegro website.

²The Allegro evaluation board has 1500 mm² of 2 oz. copper on each side, connected to pins 1 and 2, and to pins 3 and 4, with thermal vias connecting the layers. Performance values include the power consumed by the PCB. Further details on the board are available from the Frequently Asked Questions document on our website. Further information about board design and thermal performance also can be found in the Applications information section of this datasheet.



Allegro Microsystems, LLC
115 River Street, Suite 200
Westborough, Massachusetts 01581-0001, U.S.A.
1-508-453-5500, www.allegromicro.com

ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

x05B PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹ $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_F		-5	—	5	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_F , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	180	185	190	mV/A
Noise	$V_{N(OSEPP)}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	—	21	—	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{OUT(0)}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.25	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	0.054	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_F = \pm 5\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	—	± 1.5	—	%

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_F , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(max)}$, is not exceeded.

²Percentage of I_F with $I_F = 5\text{ A}$. Output filtered.

x20A PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹ $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_F		-20	—	20	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_F , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	96	100	104	mV/A
Noise	$V_{N(OSEPP)}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	—	11	—	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{OUT(0)}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.34	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	0.017	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_F = \pm 20\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	—	± 1.5	—	%

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_F , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(max)}$, is not exceeded.

²Percentage of I_F with $I_F = 20\text{ A}$. Output filtered.

x30A PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹ $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_F		-30	—	30	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_F , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	63	66	69	mV/A
Noise	$V_{N(OSEPP)}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{OUT} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	—	7	—	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{OUT(0)}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.35	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	0.007	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_F = \pm 30\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	—	± 1.5	—	%

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_F , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(max)}$, is not exceeded.

²Percentage of I_F with $I_F = 30\text{ A}$. Output filtered.

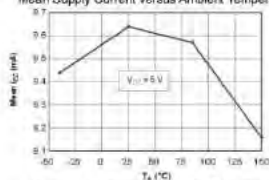


Allegro MicroSystems, LLC
115 Northeast Street
Vernon, Massachusetts 01969-1154
(508) 553-5000 www.allegromicro.com

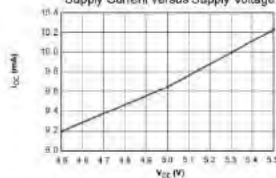
Characteristic Performance

$I_D = 20$ A, unless otherwise specified

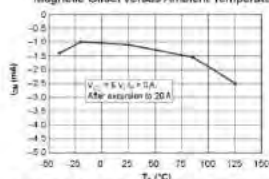
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



Supply Current versus Supply Voltage



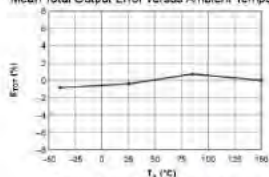
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



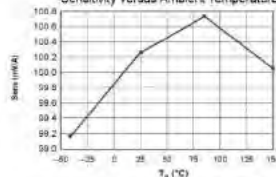
Nonlinearity versus Ambient Temperature



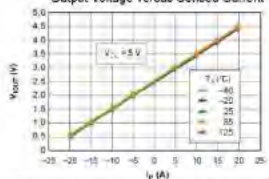
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



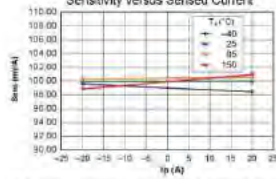
Sensitivity versus Ambient Temperature



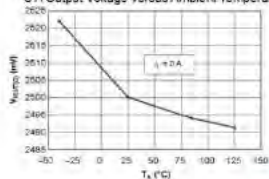
Output Voltage versus Sensed Current



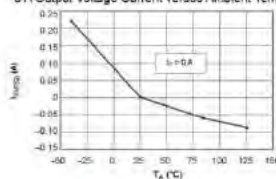
Sensitivity versus Sensed Current



0 A Output Voltage versus Ambient Temperature



0 A Output Voltage Current versus Ambient Temperature



Definitions of Accuracy Characteristics

Sensitivity (Sens). The change in device output in response to a 1 A change through the primary conductor. The sensitivity is the product of the magnetic circuit sensitivity (G/A) and the linear IC amplifier gain (mV/G). The linear IC amplifier gain is programmed at the factory to optimize the sensitivity (mV/A) for the full-scale current of the device.

Noise (V_{NOISE}). The product of the linear IC amplifier gain (mV/G) and the noise floor for the Allegro Hall effect linear IC (≈ 1 G). The noise floor is derived from the thermal and shot noise observed in Hall elements. Dividing the noise (mV) by the sensitivity (mV/A) provides the smallest current that the device is able to resolve.

Linearity (E_{LIN}). The degree to which the voltage output from the IC varies in direct proportion to the primary current through its full-scale amplitude. Nonlinearity in the output can be attributed to the saturation of the flux concentrator approaching the full-scale current. The following equation is used to derive the linearity:

$$100 \left(1 - \frac{\Delta \text{gain} \times \% \text{ sat} (V_{OUT_full-scale amperes} - V_{OUT(Q)})}{2 (V_{OUT_half-scale amperes} - V_{OUT(Q)})} \right)$$

where $V_{OUT_full-scale amperes}$ = the output voltage (V) when the sampled current approximates full-scale I_P .

Symmetry (E_{SYM}). The degree to which the absolute voltage output from the IC varies in proportion to either a positive or negative full-scale primary current. The following formula is used to derive symmetry:

$$100 \left(\frac{V_{OUT_full-scale amperes} - V_{OUT(Q)}}{V_{OUT(Q)} - V_{OUT_full-scale amperes}} \right)$$

Quiescent output voltage ($V_{OUT(Q)}$). The output of the device when the primary current is zero. For a unipolar supply voltage, it nominally remains at $V_{CC}/2$. Thus, $V_{CC} = 5$ V translates into $V_{OUT(Q)} = 2.5$ V. Variation in $V_{OUT(Q)}$ can be attributed to the resolution of the Allegro linear IC quiescent voltage trim and thermal drift.

Electrical offset voltage (V_{OFF}). The deviation of the device output from its ideal quiescent value of $V_{CC}/2$ due to nonmagnetic causes. To convert this voltage to amperes, divide by the device sensitivity, Sens.

Accuracy (E_{TOT}). The accuracy represents the maximum deviation of the actual output from its ideal value. This is also known as the total output error. The accuracy is illustrated graphically in the output voltage versus current chart at right.

Accuracy is divided into four areas:

- **0 A at 25°C.** Accuracy at the zero current flow at 25°C, without the effects of temperature.
- **0 A over Δ temperature.** Accuracy at the zero current flow including temperature effects.
- **Full-scale current at 25°C.** Accuracy at the full-scale current at 25°C, without the effects of temperature.
- **Full-scale current over Δ temperature.** Accuracy at the full-scale current flow including temperature effects.

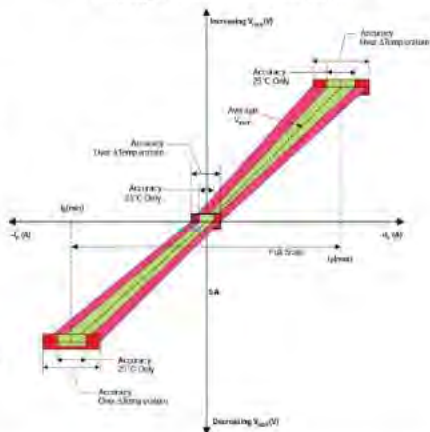
Ratiometry. The ratiometric feature means that its 0 A output, $V_{OUT(Q)}$, (nominally equal to $V_{CC}/2$) and sensitivity, Sens, are proportional to its supply voltage, V_{CC} . The following formula is used to derive the ratiometric change in 0 A output voltage, $\Delta V_{OUT(Q)RAT}$ (%).

$$100 \left(\frac{V_{OUT(Q)VCC} - V_{OUT(Q)5V}}{V_{CC} / 5 \text{ V}} \right)$$

The ratiometric change in sensitivity, ΔSens_{RAT} (%), is defined as:

$$100 \left(\frac{\text{Sens}_{VCC} - \text{Sens}_{5V}}{V_{CC} / 5 \text{ V}} \right)$$

Output Voltage versus Sampled Current
Accuracy at 0 A and at Full-Scale Current



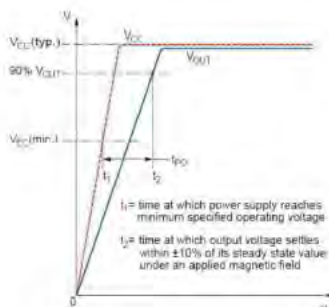
ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

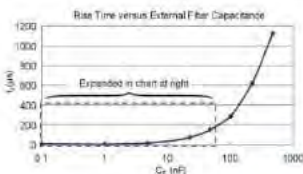
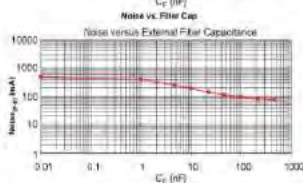
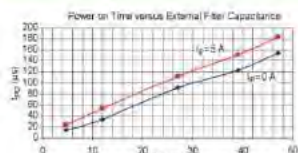
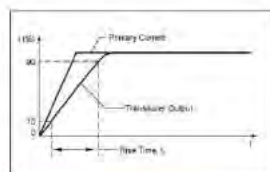
Definitions of Dynamic Response Characteristics

Power-On Time (t_{PO}). When the supply is ramped to its operating voltage, the device requires a finite time to power its internal components before responding to an input magnetic field.

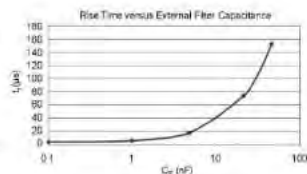
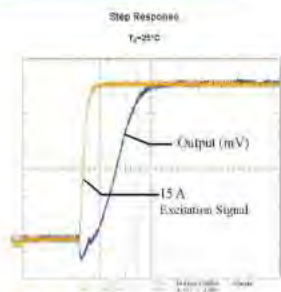
Power-On Time, t_{PO} . is defined as the time it takes for the output voltage to settle within $\pm 10\%$ of its steady state value under an applied magnetic field, after the power supply has reached its minimum specified operating voltage, $V_{CC}(\min)$, as shown in the chart at right.



Rise time (t_r). The time interval between a) when the device reaches 10% of its full scale value, and b) when it reaches 90% of its full scale value. The rise time to a step response is used to derive the bandwidth of the device, in which $f(-3 \text{ dB}) = 0.35/t_r$. Both t_r and t_{RESPONSE} are detrimentally affected by eddy current losses observed in the conductive IC ground plane.



C_F (nF)	t_r (μs)
Open	5.5
1	5.8
4.7	17.5
22	73.5
47	98.2
100	281.3
220	823
470	1120



Allegro MicroSystems, LLC
1151 North Street
Worcester, Massachusetts 01515-0001 U.S.A.
1.508.853.5900, www.allegromicro.com

LAMPIRAN D

DATASHEET ATMEGA 8535

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 512 Bytes Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels for TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x for TQFP Package Only
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V for ATmega8535L
 - 4.5 - 5.5V for ATmega8535
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega8535L
 - 0 - 16 MHz for ATmega8535



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega8535
ATmega8535L

Summary

2592KS-AVRS-10/06

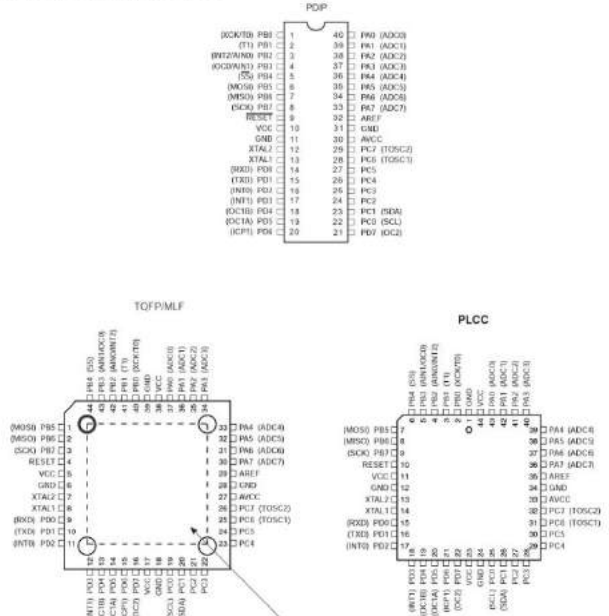


Note: This is a summary document. A complete document is available on our Web site at www.atmel.com.



Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega8535



NOTE: MLF Bottom pad should be soldered to ground.

Disclaimer

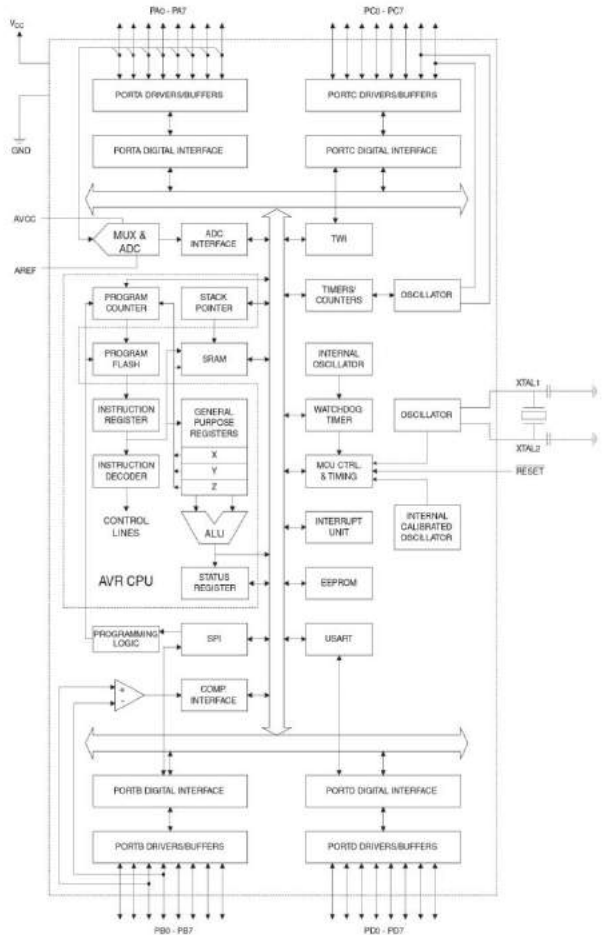
Typical values contained in this data sheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Overview

The ATmega8535 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing instructions in a single clock cycle, the ATmega8535 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega8535 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 512 bytes SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain in TQFP package, a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the asynchronous timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega8535 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega8535 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, In-Circuit Emulators, and evaluation kits.

AT90S8535 Compatibility

The ATmega8535 provides all the features of the AT90S8535. In addition, several new features are added. The ATmega8535 is backward compatible with AT90S8535 in most cases. However, some incompatibilities between the two microcontrollers exist. To solve this problem, an AT90S8535 compatibility mode can be selected by programming the S8535C fuse. ATmega8535 is pin compatible with AT90S8535, and can replace the AT90S8535 on current Printed Circuit Boards. However, the location of fuse bits and the electrical characteristics differs between the two devices.

AT90S8535 Compatibility Mode

Programming the S8535C fuse will change the following functionality:

- The timed sequence for changing the Watchdog Time-out period is disabled. See "Timed Sequences for Changing the Configuration of the Watchdog Timer" on page 45 for details.
- The double buffering of the USART Receive Register is disabled. See "AVR USART vs. AVR UART – Compatibility" on page 146 for details.

Pin Descriptions

V_{CC}	Digital supply voltage.
GND	Ground.
Port A (PA7..PA0)	<p>Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.</p> <p>Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
Port B (PB7..PB0)	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega8535 as listed on page 60.</p>
Port C (PC7..PC0)	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega8535 as listed on page 64.</p>
RESET	<p>Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 37. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p>
XTAL1	Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
XTAL2	Output from the inverting Oscillator amplifier.
AVCC	<p>AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.</p>
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package ⁽¹⁾	Operation Range
8	2.7 - 5.5V	ATmega8535L-8AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		ATmega8535L-8PC	40P6	
		ATmega8535L-8JC	44J	
		ATmega8535L-8MC	44M1	
		ATmega8535L-8AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega8535L-8PI	40P6	
		ATmega8535L-8JI	44J	
		ATmega8535L-8MI	44M1	
		ATmega8535L-8AU ⁽²⁾	44A	
		ATmega8535L-8PU ⁽²⁾	40P6	
16	4.5 - 5.5V	ATmega8535L-8JU ⁽²⁾	44J	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega8535L-8MU ⁽²⁾	44M1	
		ATmega8535-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		ATmega8535-16PC	40P6	
		ATmega8535-16JC	44J	
		ATmega8535-16MC	44M1	
		ATmega8535-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega8535-16PI	40P6	
		ATmega8535-16JI	44J	
		ATmega8535-16MI	44M1	
		ATmega8535-16AU ⁽²⁾	44A	
		ATmega8535-16PU ⁽²⁾	40P6	
		ATmega8535-16JU ⁽²⁾	44J	
		ATmega8535-16MU ⁽²⁾	44M1	

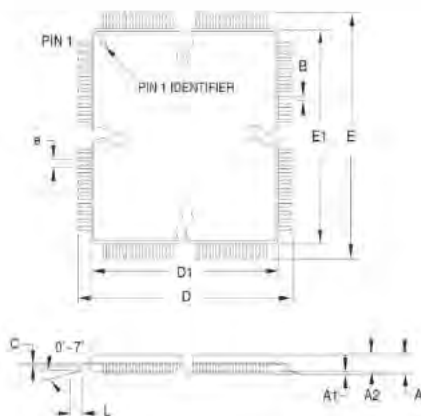
- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 2. Pb-free packaging alternative, complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.

Package Type	
44A	44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
40P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
44M1-A	44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm body, lead pitch 0.50 mm, Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)



Packaging Information

44A



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	—	—	1.20	
A1	0.05	—	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	—	0.45	
C	0.09	—	0.20	
L	0.45	—	0.75	
W	0.80 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 5. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

10/5/2001



2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE

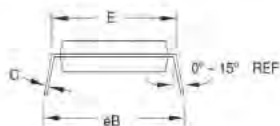
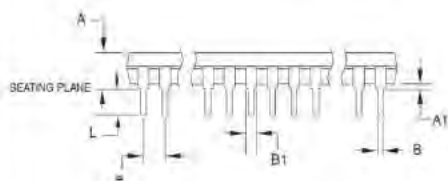
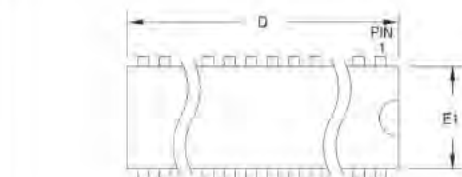
44A, 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness,
0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TOFP)

DRAWING NO.

44A

REV.

B

40P6

COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	—	—	4.826	
A1	0.381	—	—	
D	52.070	—	52.578	Note 2
E	15.240	—	15.875	
E1	13.462	—	13.970	Note 2
B	0.356	—	0.559	
B1	1.041	—	1.651	
L	3.048	—	3.556	
C	0.203	—	0.381	
eB	15.484	—	17.526	
e	2.540 TYP			

Notes: 1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AG.
2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

09/28/01


2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE
40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual
Inline Package (PDIP)

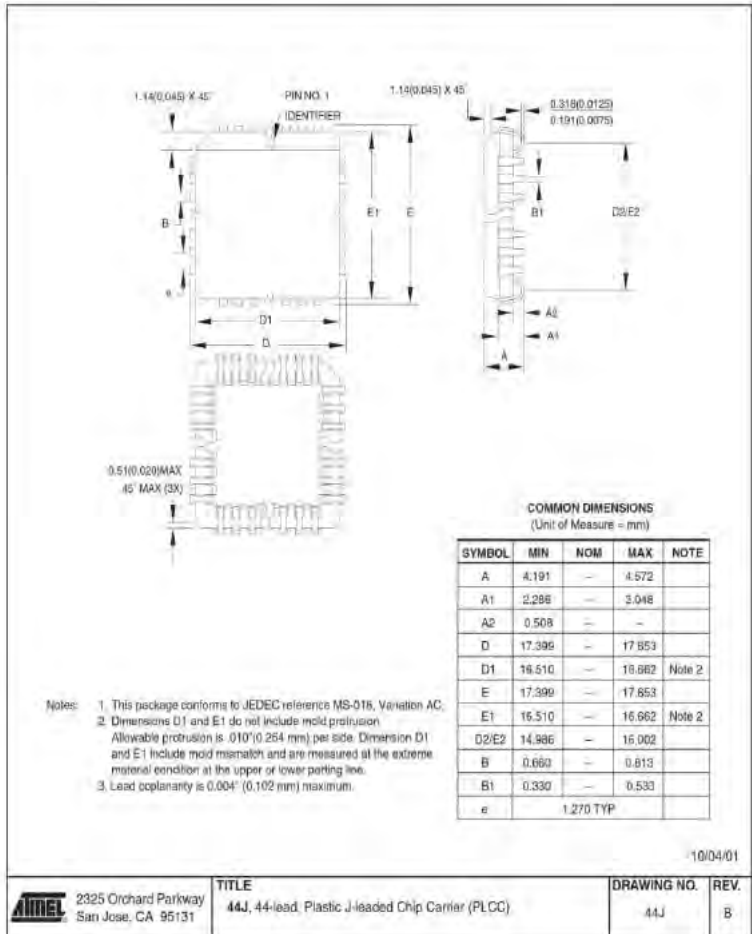
DRAWING NO.

40P6

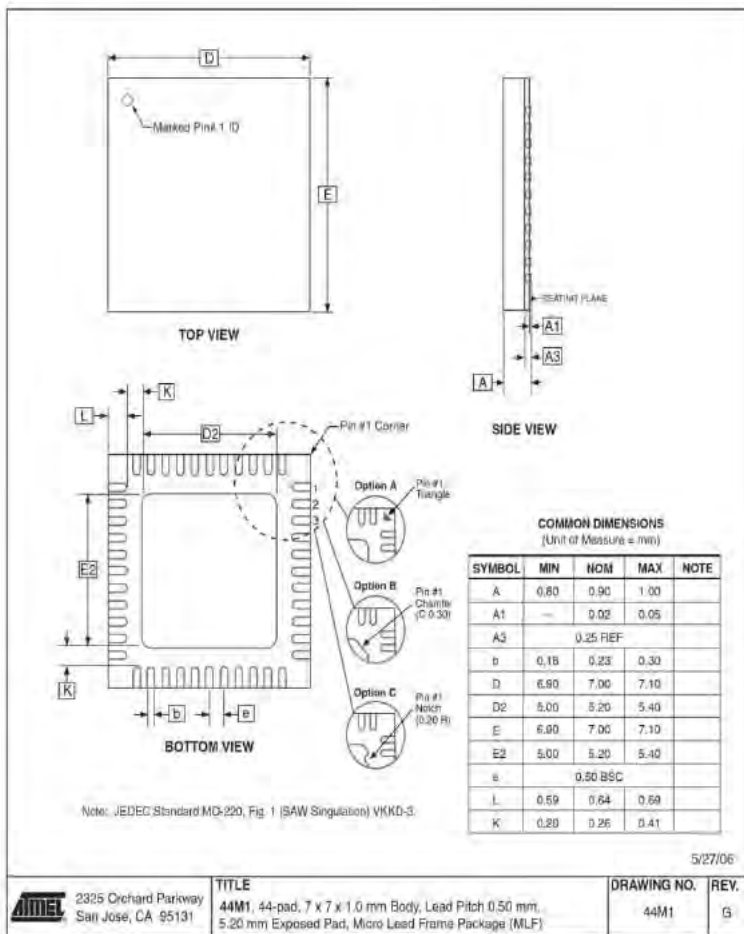
REV.

B

44J



44M1-A





Errata

ATmega8535 Rev. A and B

The revision letter refer to the device revision.

- First Analog Comparator conversion may be delayed
- Asynchronous Oscillator does not stop in Power-down

1. First Analog Comparator conversion may be delayed

If the device is powered by a slow rising V_{CC} , the first Analog Comparator conversion will take longer than expected on some devices.

Problem Fix/Workaround

When the device has been powered or reset, disable then enable the Analog Comparator before the first conversion.

2. Asynchronous Oscillator does not stop in Power-down

The asynchronous oscillator does not stop when entering Power-down mode. This leads to higher power consumption than expected.

Problem Fix/Workaround

Manually disable the asynchronous timer before entering Power-down.

Datasheet Revision History

Please note that the referring page numbers in this section are referring to this document. The referring revision in this section are referring to the document revision.

Changes from Rev.
2502J- 08/06 to Rev.
2502K- 10/06

1. Updated TOP/BOTTOM description for all Timer/Counters Fast PWM mode.
2. Updated "Errata" on page 18.

Changes from Rev.
2502I- 06/06 to Rev.
2502J- 08/06

1. Updated "Ordering Information" on page 13.

Changes from Rev.
2502H- 04/06 to Rev.
2502I- 06/06

1. Updated code example "USART Initialization" on page 150.

Changes from Rev.
2502G- 04/05 to Rev.
2502H- 04/06

1. Added "Resources" on page 6.
2. Updated Table 7 on page 29, Table 17 on page 42 and Table 111 on page 258.
3. Updated "Serial Peripheral Interface – SPI" on page 136.
4. Updated note in "Bit Rate Generator Unit" on page 180.

Changes from Rev.
2502F- 06/04 to Rev.
2502G- 04/05

1. Removed "Preliminary" and TBD's.
2. Updated Table 37 on page 69 and Table 113 on page 261.
3. Updated "Electrical Characteristics" on page 255.
4. Updated "Ordering Information" on page 13.

Changes from Rev.
2502E-12/03 to Rev.
2502G-06/04

1. MLF-package alternative changed to "Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package QFN/MLF".

Changes from Rev.
2502E-12/03 to Rev.
2502F-06/04

1. Updated "Reset Characteristics" on page 37.
2. Updated SPH in "Stack Pointer" on page 12.
3. Updated C code in "USART Initialization" on page 150.
4. Updated "Errata" on page 18.

Changes from Rev.
2502D-09/03 to Rev.
2502E-12/03

1. Updated "Calibrated Internal RC Oscillator" on page 29.
2. Added section "Errata" on page 18.



**Changes from Rev.
2502C-04/03 to Rev.
2502D-09/03**

1. Removed "Advance Information" and some TBD's from the datasheet.
2. Added note to "Pinout ATmega8535" on page 2.
3. Updated "Reset Characteristics" on page 37.
4. Updated "Absolute Maximum Ratings" and "DC Characteristics" in "Electrical Characteristics" on page 255.
5. Updated Table 111 on page 258.
6. Updated "ADC Characteristics" on page 263.
7. Updated "ATmega8535 Typical Characteristics" on page 266.
8. Removed CALL and JMP instructions from code examples and "Instruction Set Summary" on page 10.

**Changes from Rev.
2502B-09/02 to Rev.
2502C-04/03**

1. Updated "Packaging Information" on page 14.
2. Updated Figure 1 on page 2, Figure 84 on page 179, Figure 85 on page 185, Figure 87 on page 191, Figure 98 on page 207.
3. Added the section "EEPROM Write During Power-down Sleep Mode" on page 22.
4. Removed the references to the application notes "Multi-purpose Oscillator" and "32 kHz Crystal Oscillator", which do not exist.
5. Updated code examples on page 44.
6. Removed ADHSM bit.
7. Renamed Port D pin ICP to ICP1. See "Alternate Functions of Port D" on page 64.
8. Added information about PWM symmetry for Timer 0 on page 79 and Timer 2 on page 126.
9. Updated Table 68 on page 169, Table 75 on page 190, Table 76 on page 193, Table 77 on page 196, Table 108 on page 253, Table 113 on page 261.
10. Updated description on "Bit 5 – TWSTA: TWI START Condition Bit" on page 182.
11. Updated the description in "Filling the Temporary Buffer (Page Loading)" and "Performing a Page Write" on page 231.
12. Removed the section description in "SPI Serial Programming Characteristics" on page 254.
13. Updated "Electrical Characteristics" on page 255.

14. Updated "ADC Characteristics" on page 263.

14. Updated "Register Summary" on page 8.

15. Various Timer 1 corrections.

16. Added WD_FUSE period in Table 108 on page 253.

Changes from Rev.
2502A-06/02 to Rev.
2502B-09/02

1. Changed the Endurance on the Flash to 10,000 Write/Erase Cycles.

LAMPIRAN E

LISTING PROGRAM ATMEGA 8535 PADA CODEVISION

/*****

*

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 6/19/2016

Author : Swanida S

Company : its

Comments:

Chip type : ATmega8535

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 4.000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 128

/

```
#include <mega8535.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
```



```

#include <alcd.h>

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer 0 value
    TCNT0=0xD5;
    // Place your code here

}

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// 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;
}

float Current,y,x;

```



```

unsigned int arus,i,tegangann,j,temp
[33],tamp[33],adc_value,nilai_adc,SensorPin,pinsensor,tump;
float aarus,Adc_Arus,Voltage,arus1;
unsigned char
ga_baper[33],baper[33],ga_baperan[33],gabungan[33];

```

```

float aruss()
{
adc_value = 0;
temp [arus] = SensorPin;
for(i=0;i<500;i++)
{
SensorPin = read_adc(1);
adc_value =( adc_value + SensorPin);
delay_us(2);
}
Adc_Arus = adc_value /500;
arus1 = (Adc_Arus*5000/1023);
aarus = 0.20-((((arus1*10.538) - 1842)/1000)/10);
return (aarus);
}

```

```

float tegangan ()
{
nilai_adc = 0;
tamp[tegangann] = pinsensor;
for(j=0;j<50;j++)
{
pinsensor = read_adc(0);
nilai_adc = (nilai_adc + pinsensor);
delay_us(2);
}
}

```



```

}
//if(tegangann>100)tegangann = 0;
tump = nilai_adc/50;
Voltage = (((((float)tump*5/1023)*3)-0.26));

return(Voltage);
}

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In

```



```
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T  
PORTC=0x00;  
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization  
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In  
Func1=In Func0=In  
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T  
PORTD=0x00;  
DDRD=0x00;
```

```
// USART initialization  
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity  
// USART Receiver: On  
// USART Transmitter: On  
// USART Mode: Asynchronous  
// USART Baud Rate: 9600  
UCSRA=0x00;  
UCSRB=0x18;  
UCSRC=0x86;  
UBRRH=0x00;  
UBRRL=0x19;
```

```
// ADC initialization  
// ADC Clock frequency: 125.000 kHz  
// ADC Voltage Reference: AREF pin  
// ADC High Speed Mode: Off  
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped  
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;  
ADCSRA=0x85;
```



```
SFIOR&=0xEF;
```

```
// Alphanumeric LCD initialization  
// Connections are specified in the  
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD  
menu:
```

```
// RS - PORTC Bit 0
```

```
// RD - PORTC Bit 1
```

```
// EN - PORTC Bit 2
```

```
// D4 - PORTC Bit 4
```

```
// D5 - PORTC Bit 5
```

```
// D6 - PORTC Bit 6
```

```
// D7 - PORTC Bit 7
```

```
// Characters/line: 16
```

```
lcd_init(16);
```

```
// Global enable interrupts
```

```
#asm("sei")
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
    Current = aruss();
```

```
    y = tegangan();
```

```
    x = (Current * y) - 0.03 ;
```

```
    if(y <= 0) y = 0;
```

```
    if(x <= 0) x = 0;
```

```
    lcd_gotoxy(0,0);
```

```
    lcd_putsf("I=");
```



```

ftoa(aarus,2,ga_baper);
lcd_gotoxy(2,0);
lcd_puts(ga_baper);
lcd_gotoxy(7,0);
lcd_puts("A");

lcd_gotoxy(9,0);
lcd_putsf("P=");
ftoa(x,2,ga_baperan);
lcd_gotoxy(11,0);
lcd_puts(ga_baperan);
lcd_gotoxy(15,0);
lcd_puts("W");

lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("V= ");
ftoa(y,2,baper);
lcd_gotoxy(3,1);
lcd_puts(baper);
lcd_gotoxy(7,1);
lcd_putsf("V");

sprintf(gabungan,"{ %s|%s }",ga_baper,baper);
puts(gabungan);
delay_ms(500);

}
}

```


LAMPIRAN F

LISTING PROGRAM VISUAL STUDIO 2013

```
Imports System.IO.Ports
Imports MySql.Data.MySqlClient
Public Class SWANIDA
    Private sqlconn As New MySqlConnection
    Private sqlcomm As MySqlCommand
    Private WithEvents myserial As New SerialPort
    Private amper, volt, daya As Double
    Private baudlist As String() = {"2400", "4800", "9600"}
    Private databenar As Boolean
    Private myadapter As MySqlDataAdapter
    Private mytable As New DataSet
    Private Sub SWANIDA_Load(sender As Object, e As
EventArgs) Handles MyBase.Load
        sqlconn.ConnectionString =
"Server=127.0.0.1;Database=swanida;Uid=root;Pwd=;"
        Try
            sqlconn.Open()
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message)
        End Try
        ComboBox2.Items.AddRange(baudlist)
        databenar = True

        myadapter = New MySqlDataAdapter("Select * FROM
`monitoring arus dan tegangan` WHERE 1", sqlconn)
        myadapter.Fill(mytable)
        DataGridView1.DataSource = mytable.Tables(0)

        Timer1.Interval = 900
```



```
Timer1.Start()  
getports()  
End Sub
```

```
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs)  
Handles Button1.Click  
    myserial.BaudRate = CInt(ComboBox2.Text)  
    Try  
        myserial.PortName = ComboBox1.Text  
        myserial.Open()  
    Catch ex As Exception  
        MsgBox(ex.Message)  
    End Try  
    If myserial.IsOpen Then  
        Button1.Enabled = False  
        Button2.Enabled = True  
    End If  
End Sub
```

```
Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs)  
Handles Button2.Click  
    myserial.Close()  
    If Not myserial.IsOpen Then  
        Button1.Enabled = True  
        Button2.Enabled = False  
    End If  
End Sub
```

```
Sub getports()  
    ComboBox1.Items.Clear()  
    For Each i As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames  
        ComboBox1.Items.Add(i)
```


Next
End Sub

```
Private Sub myserial_DataReceived(sender As Object, e As  
SerialDataReceivedEventArgs) Handles myserial.DataReceived  
    Dim baca As String = myserial.ReadLine  
    Me.Invoke(New myDel(AddressOf olahdata), baca)  
End Sub  
Delegate Sub myDel(ByVal [data] As String)  
Sub olahdata(ByVal [DATA] As String)
```

```
    Dim awal, akhir As Integer  
    awal = InStr(DATA, "{")  
    akhir = InStr(DATA, "}")  
    If awal <> 0 And akhir <> 0 Then
```

```
        End If  
        Dim pisah() As String = DATA.Split("{")  
        Dim pisah1() As String = pisah(1).Split("}")  
        Dim pisah2() As String = pisah1(0).Split("|")  
        Try
```

```
            amper = Val(pisah2(0))    'ganti swan  
        Catch ex As Exception  
            databenar = False  
        End Try
```

```
        Try  
            volt = Val(pisah2(1))  
        Catch ex As Exception  
            databenar = False  
        End Try
```

```
    If databenar Then
```



```
Try      'tambahan swan
```

```
    daya = amper * volt  
    TextBox2.Text = amper.ToString  
    TextBox3.Text = volt.ToString  
    TextBox4.Text = daya.ToString
```

```
    'Chart1.Series("Daya").Points.AddY(daya)
```

```
Chart1.Series("Daya").Points.AddXY(Now.ToString("yyyy/MM/  
dd HH:mm:ss"), (daya))
```

```
Chart1.Series("Arus").Points.AddXY(Now.ToString("yyyy/MM/  
dd HH:mm:ss"), (amper))
```

```
Chart1.Series("Tegangan").Points.AddXY(Now.ToString("yyyy/  
MM/dd HH:mm:ss"), (volt))
```

```
Catch ex As Exception      'tambahan swan
```

```
End Try      'tambahan swan
```

```
'tambah swan-----
```

```
-----
```

```
sqlcomm = New MySqlCommand 'command baru
```

```
Try
```

```
    With sqlcomm
```

```
        .Connection = sqlconn
```

```
        .CommandText = "INSERT INTO `monitoring arus
```

```
dan tegangan`(`nomor`, `waktu`, `arus`, `tegangan`, `daya`)
```

```
VALUES ("," + Now.ToString("yyyy/MM/dd HH:mm:ss") + ","
```

```
+ amper.ToString + "," + volt.ToString + "," + daya.ToString +
```

```
""")"
```

```
        .ExecuteNonQuery()
```



```
End With
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message)
End Try
```

```
myadapter = New MySqlDataAdapter("Select * FROM
`monitoring arus dan tegangan` WHERE 1", sqlconn)
myadapter.Fill(mytable)
DataGridView1.DataSource = mytable.Tables(0)
Me.DataGridView1.FirstDisplayedScrollingRowIndex =
DataGridView1.RowCount - 1
Me.DataGridView1.Rows(Me.DataGridView1.RowCount
- 1).Selected = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub ComboBox1_Click(sender As Object, e As
EventArgs) Handles ComboBox1.Click
    getports()
End Sub
Sub simpan(ByVal query As String)
    sqlcomm = New MySqlCommand
    Try
        With sqlcomm
            .Connection = sqlconn
            .CommandText = query
            .ExecuteNonQuery()
        End With
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try
```


End Sub

```
Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As EventArgs)
Handles Timer1.Tick
    TextBox1.Text = Now.ToString("yyyy/MM/dd HH:mm:ss")
End Sub
End Class
```


BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dirancang dan dibuat sistem monitoring dari arus, dan voltase dari *Miniplant* dengan sensor ACS712 untuk sensor Arus, *Voltage Divider* untuk sensor tegangan. Pada sistem monitoring yang telah dibuat, pemroses sinyal keluaran sensor yang digunakan adalah ATmega32. Dimana output sensor akan masuk ke ADC dari ATmega32, dan akan memproses sinyal tersebut hingga dapat ditampilkan dalam *Display*. Pada monitoring ini di dapat Nilai Ketidakpastian, akurasi, dan koreksi dari setiap sensor adalah sensor ACS712 0,002; 97,22%; 0,209. Kemudian sensor *Voltage Divider* 0,018; 99,66 %; 0,2003.
2. Telah dirancang dan dibuat sistem monitoring dengan menggunakan Microsoft Visual studio 2013 sebagai *Display* monitoring selain dari LCD, *My SQL* sebagai Aplikasi *Database* yang digunakan, dan MMC sebagai *Data Logger*.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan dalam pembuatan *Miniplant* antara lain :

1. Sebaiknya pemilihan Generator harus disesuaikan dengan kebutuhan, karena arus dari generator yang dihasilkan sangatlah kecil.
2. Sebaiknya keluaran tegangan dari *boost converter* harus lebih dari 6 volt agar baterai dapat terisi.
3. Dalam melakukan pengambilan data lebih baik jika diintegrasikan dan dilakukan bersama.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ESDM, "Master Plan Pembangunan Ketenagalistrikan 2010 s.d 2014," Jakarta, 2009.
- [2] RUPTL, "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik," Jakarta, 2014.
- [3] ESDM, "Potensi Energi Indonesia," ESDMMAG, Jakarta, 2012.
- [4] BMKG, "Potensi Angin Indonesia," Jakarta, 2015.
- [5] Zhuga, Turbin angin Vertical Axis, 2005.
- [6] M. H. abdillah, Sistem Monitoring Secara Real-Time Penyimpanan Energi Listrik Dari Wind Tubin Lentera Angin Nusantara, Bandung: Telkom, 2015.
- [7] Hermawan, Unjuk Kerja Model Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius dengan Variasi Jumlah Sudu dan Variasi Posisi Sudut Turbin, Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gajah Mada, 2010.
- [8] A. Akbar, "Makalah Arus DC (Searah)," Academia, Jakarta, 2013.
- [9] Anonim, "Rangkaian AC," Syrabaya, 2013.
- [10] I. H. Basri, Sistem Distribusi Daya Listrik, Jurusan Elektro ISTN, Jakarta, 1997.
- [11] Anonim, "Datasheet ACS712," Allegro.
- [12] L. Wardhana, Belajar sendiri Mikrokontroller AVR Seri ATmega32 Simulasi, Haerdware,dan Aplikasi, Yogyakarta: Andi, 2006.
- [13] Bentley, Principles of Measurement Systems in: Principles of Measurement Systems., University of Teesside : Pearson,p. Fourth Edition, 2005.
- [14] H. Hofman, Energi Angin (Diterjemahkan Harun), Jakarta: Binacipta, 1987.
- [15] B. E. C. W. W. Muhammad Hanif Abdillah, "SISTEM MONITORING SECARA REAL-TIME PENYIMPANAN

ENERGI LISTRIK DARI WIND TURBINE LENTERA
ANGIN NUSANTARA," Telkom University, Bandung,
2015.

BIODATA PENULIS



Nama Lengkap penulis Swanida Selviyani yang dilahirkan di Kota Semarang pada tanggal 20 September 1995. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Saat ini penulis tinggal di Dusun Limbe RT 01/RW02 Kedung Pandan Jabon Sidoarjo. Pada tahun 2007 penulis telah menyelesaikan pendidikannya di SDN Kedung Pandan I Jabon Sidoarjo. Kemudian 2010 penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 2 Bangil Pasuruan. Tahun 2013 penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 1 Bangil Pasuruan dan melanjutkan studi di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir maka dapat menghubungi penulis melalui email selviyani12071620@gmail.com.