

**PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN XBEE PADA *SYSTEM SMARTGRID*  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID* MATAHARI DAN  
ANGIN**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :  
AFARESTA ARRAZAQ CUPRYAN HADY SAPUTRA  
12.12.214**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2016**

---

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN XBEE PADA SYSTEM SMARTGRID  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID MATAHARI DAN  
ANGIN**

**SKRIPSI**

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan guna mencapai  
gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh :**

**AFARESTA ARRAZAQ CUPRYAN HADY SAPUTRA  
NIM. 12.12.214**

**Diperiksa dan Disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Eng. Aryanto S, ST, MT  
NIP.P. 1030800417**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. Eko Nurcahyo, MT  
NIP. Y. 1028700172**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
NIP.P. 1030100358**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**

**PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN  
XBEE PADA *SYSTEM SMARTGRID* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
*HYBRID* MATAHARI DAN ANGIN**

Afaresta Arrazaq Cupryan Hady Saputra, NIM 1212214  
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo. ST, MT dan  
Ir. Eko Nurcahyo. MT

Konsentrasi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang  
E-mail : farest\_hg@yahoo.com

**ABSTRAK**

*Smart Grid* adalah suatu jaringan cerdas yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik. Pada teknologi *smart grid* memungkinkan untuk memonitoring dan controlling dengan komunikasi dua arah, yang digunakan untuk menghemat atau efisiensi penggunaan tenaga listrik. Sistem *smart grid* memerlukan *Smart meter* sebagai pengambilan data daya listrik untuk dikirim ke pusat kendali. Menggunakan modul Xbee sebagai transfer data antara smart meter dengan pc. Sistem pengontrol beban menggunakan modul driver relay. Pada alat ini juga tertanam mikrokontroler arduino mega2560 sebagai pusat pengolah data. Sensor tegangan dan sensor arus digunakan untuk mendapatkan data dari smart meter kemudian data tersebut di olah arduino mega2560 dan Xbee akan mengirim data tersebut dari slave ke master (Scada). Scada digunakan untuk memonitoring dan controlling. Dari hasil pengukuran dan pengujian hasil Presentase error rata-rata pada pengujian sensor tegangan 0,029% dan Presentase error rata-rata pada pengujian sensor tegangan 0,041% dan Presentase error rata-rata pada pengujian sensor tegangan 0,1054% dan sensor arus 1% pada jarak 20 meter. Presentase error rata-rata pada pengujian sensor tegangan 0,217% dan sensor arus 1% pada jarak 40 meter.

**Kata kunci :** *Smart Grid, Monitoring daya, Controlling, Xbee Pro S1*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga laporan penelitian dengan judul "PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN XBEE PADA *SYSTEM SMARTGRID* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID* MATAHARI DAN ANGIN" dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penyusunan laporan penelitian ini sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi Teknik Elektronika di Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Maka dari itu, penyusun mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi. MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. Anang Subardi. MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M. Ibrahim Ashari. ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo. ST, MT selaku Dosen Pembimbing Satu Skripsi.
5. Ir. Eko Nurcahyo. MT selaku Dosen Pembimbing Dua Skripsi.
6. Orang tua yang selalu mendoakan, Hadhi Suprayitno dan Umiyati, serta Adikku Della dan semua keluarga yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
7. Yang selalu memberi doa dan semangatnya untuk penulis, Widamuri Anistia.
8. Sahabat – sahabat yang menemani menginap serta begadang di gedung Lab Elektro (firman, singgih, amy, frisai, radimas, bajaj, jo)
9. Sahabat – sahabat dan rekan – rekan Elektro 2012 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu baik dari segi teknis maupun dukungan moral dalam menyusun penelitian ini.

Usaha telah penulis lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritikan yang bersifat membangun untuk menambah kesempurnaan laporan penelitian ini.

Malang, Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	6
2.2 Sensor Tegangan.....	8
2.3 Relay.....	9
2.4 Charger Controller.....	10
2.5 Modul Xbee Pro Series 1.....	11
2.6 Komunikasi Data.....	13
2.7 Sensor Arus ACS712.....	14
2.8 Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	15
2.9 Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Angin.....	15
2.10 SCADA.....	16
2.10.1 Keuntungan-Keuntungan Sistem SCADA.....	16
2.11 XBee Shield V1.1.....	17
2.12 Kapasitor.....	18
2.12.1 Kapasitor Elektrolit (Elco).....	19
2.12.2 Kapasitor Biasa (Non-Polar).....	20
2.12.3 Kapasitor Variable dan Timmer.....	20
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	21
3.1 Pendahuluan.....	21
3.2 Blok Diagram Sistem Keseluruhan.....	21
3.3 Perancangan Arduino Mega.....	23
3.4 Perancangan Sensor Tegangan.....	24

3.4.1 Perancangan Sensor Tegangan AC .....	24
3.4.2 Perancangan Sensor Tegangan DC .....	25
3.5. Perancangan Sensor Arus ACS712.....	26
3.6. Perancangan Xbee Pro S1 .....	27
3.7. Perancangan Driver Relay.....	27
3.8 Flowchart Sistem Komunikasi .....	30
3.9 Flowchart Sistem Beban .....	31
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1. Pendahuluan .....	34
4.2. Pengujian Arduino Mega2560 .....	34
4.2.1. Peralatan Yang Digunakan .....	34
4.2.2. Prosedur Pengujian Arduino Mega2560 .....	33
4.2.3. Hasil Pengujian .....	33
4.3. Pengujian Driver Relay .....	34
4.3.1. Peralatan Yang Digunakan .....	34
4.3.2. Prosedur Pengujian Driver Relay .....	34
4.3.3. Hasil Pengujian .....	34
4.4. Pengujian Pengiriman Data Sensor Tegangan, Sensor Arus, dan Jarak Xbee (slave) ke Xbee (master) .....	35
4.4.1 Peralatan Yang Digunakan .....	35
4.4.2 Prosedur Pengujian Sensor Tegangan.....	36
4.4.3 Hasil Pengujian .....	36
4.4.4 Analisa Pengujian Jarak 1 meter .....	38
4.4.5 Analisa Pengujian Jarak 10 meter.....	41
4.4.6 Analisa Pengujian Jarak 20 meter.....	44
4.4.7 Analisa Pengujian Jarak 40 meter.....	48
4.4 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	50
4.4.1 Peralatan yang Digunakan .....	50
4.4.2 Langkah – Langkah Pengujian.....	50
4.4.3 Hasil Pengujian .....	51
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino Mega Pin .....	7
Gambar 2. 2 Arduino Mega .....	8
Gambar 2. 3 Rangkaian Pembagi Tegangan .....	9
Gambar 2. 4 Relay.....	10
Gambar 2. 5 Charger Controller EPSolar .....	10
Gambar 2. 6 Modul Xbee Pro Series 1 .....	11
Gambar 2. 7 Ilustrasi Prinsip Kerja Modul Xbee.....	12
Gambar 2. 8 Alur Data Internal Pada Modul Xbee.....	13
Gambar 2. 9 Sensor arus ACS712 .....	14
Gambar 2. 10 Simulator Photovoltaic menggunakan Hallogen.....	15
Gambar 2. 11 Wind Simulator Motor/Generator .....	16
Gambar 2. 12 XBee Shield V1.1.....	17
Gambar 2. 13 Pin XBee Shield V1.1 .....	18
Gambar 2. 14 Kapasitor Elektrolit (Elco) .....	19
Gambar 2. 15 Kapasitor Biasa (Non-Polar) .....	20
Gambar 2. 16 Capacitor Variable dan Trimmer.....	20
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan .....	21
Gambar 3. 2 Konfigurasi Pin .....	23
Gambar 3. 3 Rangkaian Sensor Tegangan AC.....	25
Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Tegangan DC.....	25
Gambar 3. 5 Rangkaian Sensor Arus DC dan AC .....	26
Gambar 3. 6 Konfigurasi Xbee dengan Arduino .....	27
Gambar 3. 7 Driver Relay .....	28
Gambar 3. 8 Flowcart Sistem Komunikasi .....	30
Gambar 3. 9 Flowcart Sistem Beban.....	31
Gambar 4. 1 Pengukuran Pada Pin 13 Arduino .....	33
Gambar 4. 2 Tegangan Output Pengujian Relay.....	35
Gambar 4. 3 Tampilan serial monitor sensor tegangan dan arus di jarak 1 meter.....	37
Gambar 4. 4 Tampilan pada display charger control pada jarak 1 meter .....	38
Gambar 4. 5 Tampilan serial monitor sensor tegangan dan arus di jarak 10 meter.....	41
Gambar 4. 6 Tampilan pada display charger control pada jarak 10 meter .....	41
Gambar 4. 7 Tampilan serial monitor sensor tegangan dan arus di jarak 20 meter.....	44
Gambar 4. 8 Tampilan pada display charger control pada jarak 20 meter .....	44
Gambar 4. 9 Tampilan serial monitor sensor tegangan dan arus di jarak 40 meter.....	47



Gambar 4. 10 Tampilan pada display charger control pada jarak 40 meter .....	48
Gambar 4. 11 Tampilan Scada Wind Simulator .....	51
Gambar 4. 12 Tampilan Scada Wind Simulator .....	51
Gambar 4. 13 Pengujian PV Solar .....	52
Gambar 4. 14 Pengujian Wind Simulator .....	52
Gambar 4. 15 Pengujian Kontrol Beban Lampu Off .....	53
Gambar 4. 16 Pengujian Kontrol Beban Lampu On.....	53

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini kebutuhan akan memanfaatkan sumber energi listrik terbarukan semakin meningkat dengan adanya krisis energi dan juga adanya isu pemanasan global. Berbagai macam sumber energi terbarukan telah dikembangkan para peneliti, seperti pembangkit listrik energi angin, air, surya, pasang air laut, biomasa, biofuel, panas bumi. Sumber energi angin dan surya merupakan sumber energi terbarukan yang cukup populer yang bersih dan tersedia secara bebas. Masalah utama dari kedua jenis energi tersebut adalah tidak tersedia terus menerus. Energi surya hanya tersedia pada siang hari ketika cuaca cerah (tidak mendung atau hujan). Sedangkan energi angin tersedia pada waktu yang seringkali tidak dapat diprediksi (*sporadic*), dan sangat tergantung cuaca atau musim.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, teknik hibrid banyak digunakan untuk menggabungkan beberapa jenis pembangkit listrik, seperti pembangkit energi angin, surya, dan diesel, pembangkit energi angin dan surya, pembangkit energi angin dan diesel. Dalam teknik hibrid ini, sistem komunikasi yang digunakan adalah suatu peralatan sistem *embedded* yang di dalamnya terdapat satu atau lebih sensor dan dilengkapi dengan peralatan sistem komunikasi, disebut juga sistem *wireless sensor network*.

Wireless sensor network atau disingkat dengan WSN adalah suatu peralatan sistem *embedded* yang di dalamnya terdapat satu atau lebih sensor dan dilengkapi dengan peralatan sistem komunikasi. Sensor di sini digunakan untuk menangkap informasi sesuai dengan karakteristik [1].

Kemampuan sensor pada WSN secara luas membuat penggunaannya untuk melakukan monitoring banyak digunakan. WSN dapat digunakan dengan sensor sederhana yang memonitor suatu fenomena, sedangkan untuk yang kompleks, maka setiap WSN akan mempunyai lebih dari satu sensor sehingga WSN ini akan dapat melakukan banyak monitoring suatu fenomena. Jika WSN ini dihubungkan ke gateway yang dapat mengakses Internet, maka WSN dapat diakses dan berkolaborasi dengan sistem lain [1].

*Smart Grid* adalah suatu jaringan cerdas yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik. Dimana komunikasi terjadi dua arah antara produsen listrik serta konsumennya telah diimplementasikan menggunakan teknologi analog bertahun-tahun lamanya dan merupakan teknologi yang menggabungkan bidang informasi, komunikasi dan tenaga listrik yang bertujuan untuk menghemat atau efisiensi penggunaan tenaga listrik. Pada teknologi *smart grid* memungkinkan untuk memonitoring dan *controlling* dengan komunikasi dua arah yang menggunakan jaringan *wireless* sebagai teknologi komunikasi dan juga berfungsi sebagai manajemen pemakaian daya listrik secara praktis dan efisien [2].

Pada suatu sistem *smart grid*, *smart meter* merupakan komponen yang paling penting sebagai monitoring dan *control* daya. Smart meter juga berperan sebagai monitoring pemakaian daya listrik. *Smart meter* menggunakan jaringan komunikasi *wireless* ke pusat kendali untuk *monitoring* dan *control*. Pada sistem *smart grid* terdapat pusat *control* yang berfungsi untuk monitoring dan mengontrol pemakaian daya listrik [2].

Dalam sistem hibrid ini yang digunakan untuk komunikasi antar node ke node adalah modul Xbee. Arduino digunakan untuk antar muka antara smart meter dengan personal computer yang berguna sebagai monitoring dan controlling daya listrik.

Modul XBee berfungsi untuk memberikan kemudahan dan mengurangi penggunaan kabel dalam komunikasi antar node juga untuk optimalisasi energi yang dihasilkan di sistem smartgrid ini.

---

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuat dan mengaplikasikan sistem komunikasi menggunakan modul XBee pada prototype *microgrid* tenaga hybrid ?
2. Bagaimana menggunakan komunikasi dua arah untuk system control dan monitoring, antara pc dengan arduino menggunakan wireless?

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem alat yang mampu memonitoring dan *controlling* daya listrik dengan menggunakan jaringan wifi untuk efisiensi pemakaian daya listrik.

### 1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang di bahas tidak terlalu meluas, maka ruang lingkup pembahasan adalah sebagai berikut ;

1. Sistem kerja komunikasi Xbee untuk sistem smartgrid yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan sistem pembangkit tenaga hibrida.
  2. Pembahasan hanya pada sistem komunikasi Xbee.
  3. Control hanya digunakan sebagai saklar on/off pada aplikasi.
  4. Tidak membahas secara detail tentang jaringan komunikasi *wireless*.
  5. Tidak membahas *topology* jaringan yang digunakan.
-

## 1.5 Metodologi

Adapun metode-metode yang diambil untuk pemecahan masalah meliputi :

### 1. Studi literatur

Mengambil referensi dari buku-buku maupun internet yang berhubungan dengan sistem yang akan dibuat. Seperti referensi tentang wireless sensor network, modul xbee, dan sistem komunikasi menggunakan xbee.

### 2. Menganalisa kebutuhan sistem

Dalam hal ini yang dilakukan adalah menganalisa apa saja yang dibutuhkan dalam sistem yang dibuat, user yang akan menggunakan, serta keluaran apa yang nantinya diharapkan oleh sistem ini.

### 3. Studi analisa alat

Setelah menganalisa kebutuhan sistem maka selanjutnya akan didesain sistem yang akan dibuat.

### 4. Percobaan sistem

Dalam Hal ini sistem yang sudah dibuat akan dicoba dan diuji untuk mengetahui apakah sistem benar-benar bekerja dan menghasilkan keluaran seperti yang diharapkan.

### 5. Hasil yang diharapkan

Hasil yang diinginkan dari sistem ini adalah suatu sistem alat yang mampu memonitoring dan *controlling* daya listrik dengan menggunakan jaringan wifi untuk efisiensi pemakaian daya listrik.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dari pembahasan di dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan

### **BAB II : TEORI DASAR**

Pada bab ini akan di bahas penjelasan teori tentang system mikrogrid, dan komunikasi menggunakan X Bee.

---

**BAB III : PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI**

Pada bab ini akan di bahas untuk perancangan sistem komunikasi menggunakan XBee.

**BAB IV : PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan di bahas mengenai hasil dan pengujian sistem komunikasi menggunakan XBee.

**BAB V : PENUTUP**

Merupakan bab terakhir yang memuat kesimpulan dan saran dari perancangan tugas akhir ini serta saran saran guna menyempurnakan dan mengembangkan system lebih lanjut.

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN-LAMPIRAN**

---

## BAB II

### LANDASAN TEORI

Untuk memudahkan dalam memahami sistem ini, maka di perlukan teori-teori dasar yang menunjang dan dapat dijelaskan tentang karakteristik komponen-komponen yang digunakan maupun masalah yang dibahas sehingga dapat diperkirakan prinsip dan cara kerja secara umum dari sistem ini. Selain itu dengan dasar teori yang ada dapat menambahkan pemahaman yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat ini.

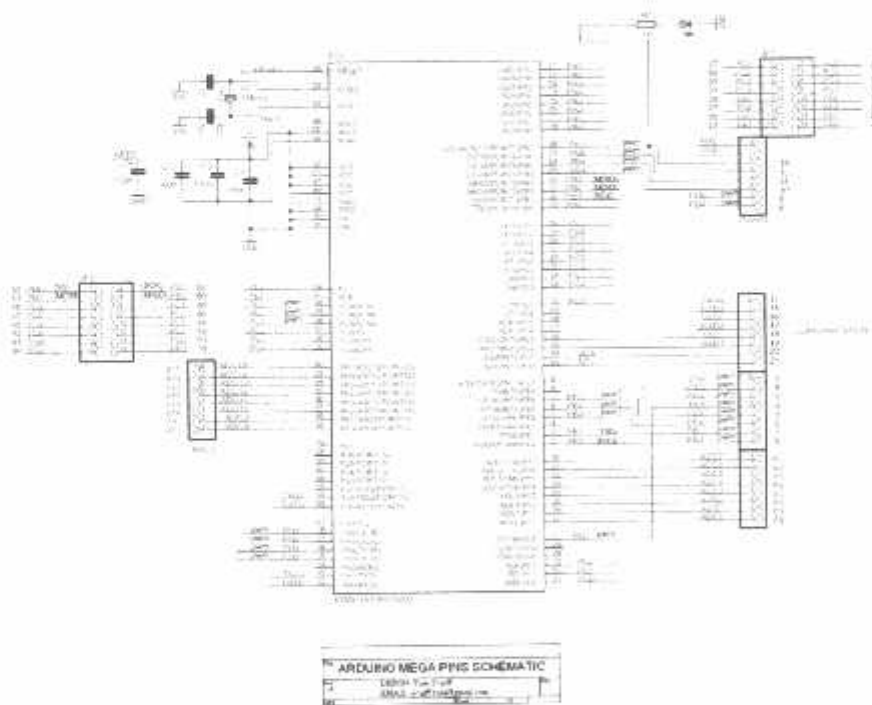
#### 2.1 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah board *Arduino* yang merupakan perbaikan dari board Arduino Mega sebelumnya [3]. ArduinoMega awalnya memakai chip ATmega1280 dan kemudian diganti dengan chip ATmega2560, oleh karena itu namanya diganti menjadi Arduino Mega 2560. Arduino Mega2560 bagusnya dipakai bila kita perlu mengendalikan banyak alat/sensor/aktuator. Atau apa bila kita perlu menggunakan lebih dari 1 modul serial, seperti modul Xbee misalnya, secara bersamaan. Arduino Mega 2560 mempunyai 4 port serial, lebih banyak dari Arduino Uno yang hanya punya 1 port serial. Atau apabila kita memerlukan ukuran Flash Memory yang lebih besar karena program yang dibuat sudah cukup tidak cukup dengan 32KB flash memory yang ada di Arduino Uno. Flash Memory sebesar 256KB yang ada di Arduino Mega 2560 rasanya sudah cukup besar untuk kebanyakan program di *microcontroller* [3].

Ringkasan Arduino Mega 2560.

Tabel 2. 1 Ringkasan Atmega 2560

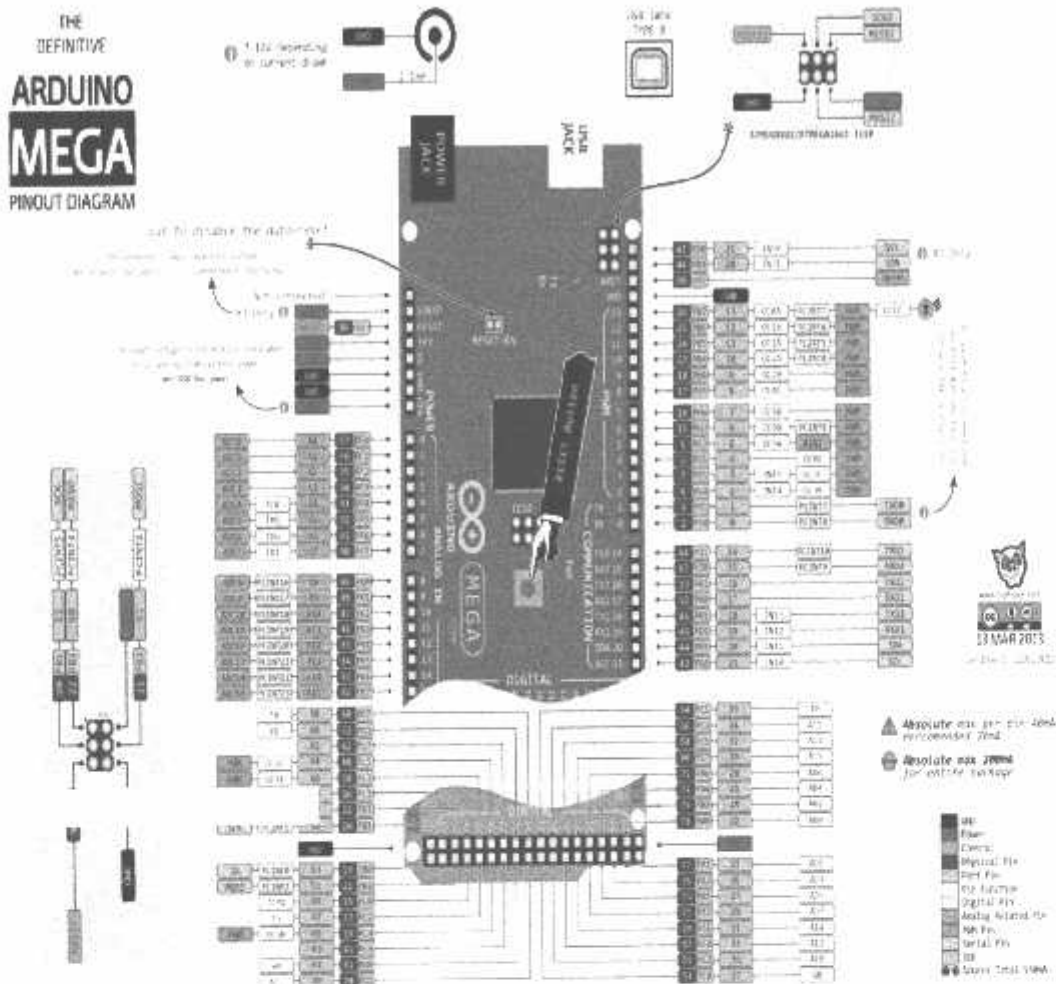
Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz



Gambar 2. 1 Arduino Mega Pin

(Sumber: [http://www.google.com/arduino mega2560](http://www.google.com/arduino%20mega2560))



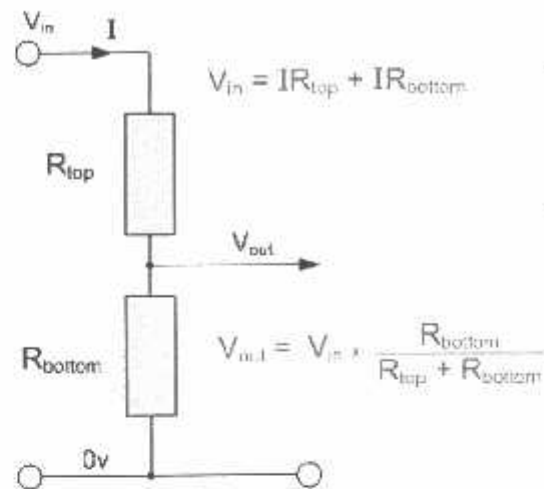


Gambar 2. 2 Arduino Mega

(Sumber:[http://www.google.com/arduino mega2560](http://www.google.com/arduino%20mega2560))

## 2.2 Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi sebagai pembagi tegangan agar output dari sensor tegangan ini sesuai dengan karakter adc mikrokontroler. Pembagi tegangan (*voltage divider*) menghubungkan resistor seri seperti pada gambar dibawah ini, tegangan yang berbeda muncul di setiap resistor menghasilkan sebuah rangkaian yang disebut Rangkaian Pembagi Tegangan. Hukum tegangan Kirchoff menyatakan bahwa " tegangan dalam rangkaian tertutup sama dengan jumlah semua tegangan (IR) di seluruh rangkaian". Rangkaian dasar Resistor Seri sebagai Pembagi Tegangan dapat dilihat pada Gambar rangkaian dibawah ini.



**Gambar 2. 3 Rangkaian Pembagi Tegangan**

Dalam rangkaian dua resistor yang dihubungkan secara seri melalui  $V_{in}$ , yang merupakan tegangan listrik yang terhubung ke resistor,  $R_{top}$ , di mana tegangan keluaran  $V_{out}$  adalah tegangan resistor  $R_{bottom}$  yang diberikan oleh formula. Jika lebih resistor dihubungkan secara seri pada rangkaian maka tegangan yang berbeda akan muncul di setiap resistor berkaitan dengan masing-masing hambatan  $R$  ( $I \times R$  Hukum Ohm) menyediakan tegangan berbeda dari satu sumber pasokan atau catudaya. Namun, harus berhati-hati ketika menggunakan jaringan jenis ini sebagai impedansi karena dapat mempengaruhi tegangan keluaran.

### 2.3 Relay

Relay yaitu salah satu dari pengontrol atau proses kontrol, dimana cara kerja relay ini sebagai switching pada rangkaian, dan bekerja secara elektromekanis. Dimana di dalamnya terdapat kumparan dan inti yang bergerak, dan juga di lengkapi kontak NO (Normally Open) dan NC (Normally Close). Bila relay di suplay arus listrik maka akan timbul gerakan pada inti besi dan akan menggerakkan kontak kontak dari relay tersebut.



**Gambar 2. 4 Relay**

#### **2.4 Charger Controller**

Charger Controller merupakan sebuah piranti elektronik yang di gunakan untuk mengatur arus DC yang diisi ke Accu atau baterai menuju beban. Charger Controller ini mengatur kelebihan pengisian akibat baterai sudah penuh dan kelebihan tegangan dari solar cell atau panel surya. Dalam Charger Controller ini menerapkan teknologi PWM, yang berfungsi untuk mengatur pengisian baterai atau Accu. Jadi apabila pengisian baterai tanpa menggunakan Charger Control ini dapat mempercepat usia baterai. Kelebihan lain dari Charger Control ini yaitu dapat mengambil maksimum daya dari solar cell, dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak di gunakan oleh beban.



MPPT Controller 30A + PC communication cable

**Gambar 2. 5 Charger Controller EPSolar**

## 2.5 Modul Xbee Pro Series 1

XBee merupakan modul RF yang didesain dengan standard protocol IEEE 802.15.4 dan sesuai dengan kebutuhan sederhana untuk jaringan wireless. Kelebihan utama yang menjadikan XBee sebagai komunikasi serial nirkabel karena XBee memiliki konsumsi daya yang rendah yaitu hanya 3,3 V dan beroperasi pada rentang frekuensi 2,4 GHz [4].

Dalam melakukan komunikasi dengan perangkat lainnya Xbee mampu melakukan komunikasi dengan dua macam komunikasi yang berbeda, tergantung dari perangkat apa yang dihubungkan dengan modul Xbee. Komunikasi dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan wireless dan komunikasi secara serial.



**Gambar 2. 6 Modul Xbee Pro Series 1**

(Sumber : <https://www.adafruit.com/product/964>)

Komunikasi XBee dilakukan secara serial, dimana komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data secara satu per satu dengan menggunakan satu jalur kabel data. Sehingga komunikasi serial hanya menggunakan 2 kabel data yaitu kabel data untuk pengiriman yang disebut transmit (Tx) dan kabel data untuk penerimaan yang disebut receive (Rx) [5]. Kelebihan dari komunikasi serial adalah jarak pengiriman dan penerimaan dapat dilakukan dalam jarak yang cukup jauh dibandingkan dengan komunikasi parallel tetapi kekurangannya adalah kecepatan lebih lambat

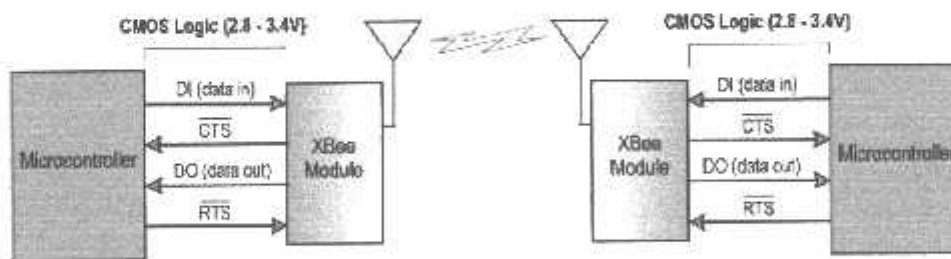
---

daripada komunikasi paralel, untuk saat ini sedang dikembangkan teknologi serial baru yang dinamakan USB (Universal Serial Bus) yang memiliki kecepatan pengiriman dan penerimaan data lebih cepat di banding serial biasa [5].

**Tabel 2. 2 Konfigurasi Pin RF Module Xbee**

Pin	Name	Direction	Description
1	VCC	-	Power supply
2	DOUT	Output	UART Data Out
3	DIN / <b>CONFIG</b>	Input	UART Data In
4	DO#*	Output	Digital Output #
5	<b>RESET</b>	Input	Module Reset (reset pulse must be at least 200 ns)
6	PWM0 / RSSI	Output	PWM Output 0 / RX Signal Strength Indicator
7	PWM1	Output	PWM Output 1
8	[reserved]	-	Do not connect
9	<b>DTR</b> / SLEEP_RQ / DI#	Input	Pin Sleep Control Line or Digital Input #
10	GND	-	Ground
11	AD4 / DI04	Either	Analog Input 4 or Digital I/O 4
12	<b>CTS</b> / DI07	Either	Clear-to-Send Flow Control or Digital I/O 7
13	ON / <b>SLEEP</b>	Output	Module Status Indicator
14	VREF	Input	Voltage Reference for A/D Inputs
15	Associate / AD5 / DI05	Either	Associated Indicator, Analog Input 5 or Digital I/O 5
16	<b>RTS</b> / AD6 / DI06	Either	Request-to-Send Flow Control, Analog Input 6 or Digital I/O 6
17	AD3 / DI03	Either	Analog Input 3 or Digital I/O 3
18	AD2 / DI02	Either	Analog Input 2 or Digital I/O 2
19	AD1 / DI01	Either	Analog Input 1 or Digital I/O 1
20	AD0 / DI00	Either	Analog Input 0 or Digital I/O 0

Prinsip kerja modul Xbee dapat dilihat pada gambar berikut :



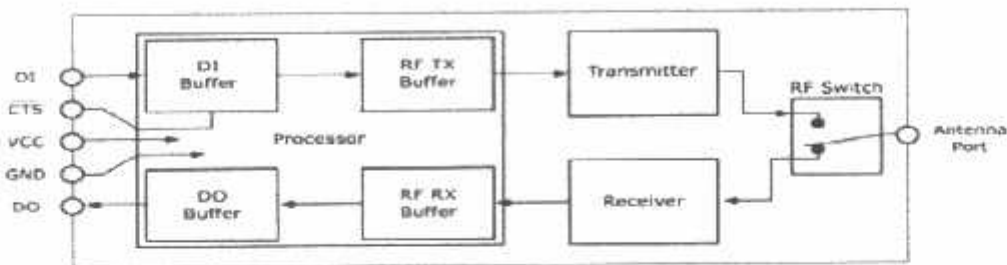
**Gambar 2. 7 Ilustrasi Prinsip Kerja Modul Xbee**

(Sumber : <http://logicprobe10.wordpress.com/2011/07/31/teknologi-zigbee/>)

Dari ilustrasi di atas dapat dilihat bahwa pin-pin Tx dan Rx dari mikrokontroler dapat dikoneksikan langsung ke pin DIN dan DOUT pada

zigbee. Data yang masuk ke zigbee melalui DIN akan disimpan terlebih dahulu di DI Buffer dan RF TX Buffer sebelum ditransmisikan via port antenna menuju zigbee lainnya. Begitu juga sebaliknya dengan data yang diterima melalui port antenna.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 2. 8 Alur Data Internal Pada Modul Xbee**

(Sumber : <http://logicprobe10.wordpress.com/2011/07/31/teknologi-zigbee/>)

## 2.6 Komunikasi Data

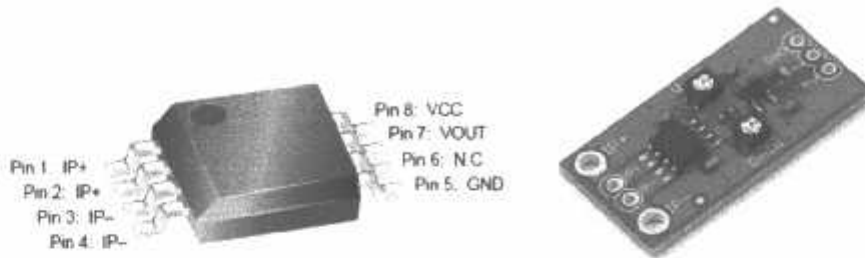
Komunikasi data adalah bagian dari telekomunikasi yang secara khusus berkenaan dengan transmisi atau pemindahan data dan informasi diantara komputer dan piranti-piranti yang lain dalam bentuk digital yang dikirimkan melalui media komunikasi data. Data berarti informasi yang disajikan oleh isyarat digital.

Komponen-komponen komunikasi data :

1. Pengirim, adalah piranti yang mengirimkan data.
2. Penerima, adalah piranti yang menerima data.
3. Data, adalah informasi yang akan dipindahkan.
4. Media pengirim, adalah media atau saluran yang digunakan untuk mengirimkan data.
5. Protokol, adalah aturan-aturan yang berfungsi untuk menyelaraskan hubungan. Pola komunikasi pada elektronika dapat diklasifikasikan menurut arah komunikasi, tipe sinyal dan keaslian sinyal.

## 2.7 Sensor Arus ACS712

Sensor arus adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Sensor arus ini menggunakan metode Hall Effect Sensor. Hall Effect Sensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet [6].



**Gambar 2. 9** Sensor arus ACS712

(Sumber : <https://www.sparkfun.com/products/8883>)

**Tabel 2. 3** Keterangan gambar sensor arus ACS712

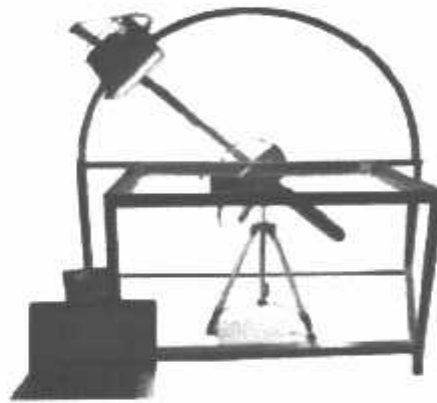
No.	Nama	Keterangan
1 dan 2	IP+	Masukan arus
3 dan 4	IP-	Keluaran arus
5	GND	Ground
6	N.C.	Terminal untuk kapasitor eksternal untuk menentukan bandwidth
7	VOUT	Keluaran tegangan analog
8	VCC	Power Supply 5V

Hall Effect Sensor akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut. Pendeteksian perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah inductor yang berfungsi sebagai sensornya. Kelemahan dari detektor dengan menggunakan induktor adalah kekuatan medan magnet yang statis (kekuatan medan magnetnya tidak berubah) tidak dapat dideteksi. Oleh sebab itu diperlukan cara yang lain untuk mendeteksinya yaitu dengan sensor yang dinamakan dengan 'hall effect' sensor. Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan

silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik. Dengan metode ini arus yang dilewatkan akan terbaca pada fungsi besaran tegangan berbentuk gelombang sinusoidal.

### **2.8 Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Untuk simulator pembangkit listrik tenaga surya ini, prinsip kerjanya sama dengan halnya photo voltaic pada umumnya, hanya saja tidak menggunakan matahari sebagai sumbernya, pada simulator ini menggunakan lampu Hallogen sebagai pengganti matahari. Dan pada lampu hallogen ini dapat di atur kecerahannya dengan menggunakan dimmer. Jadi yang membedakan hanya sumber, antara simulator pembangkit listrik tenaga surya dengan simulatornya [7].



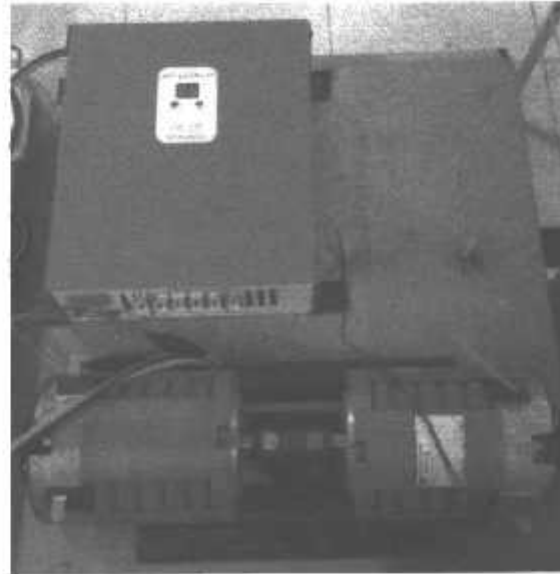
**Gambar 2. 10 Simulator Photovoltaic menggunakan Hallogen**

Simulator Hybrid ini menggunakan lampu Hallogen dengan kapasitas 1000 Watt, dan PV memiliki kapasitas 50 WP yang dirangkai Seri.

### **2.9 Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Angin**

Pada simulator pembangkit listrik tenaga angin ini pada dasarnya sama dengan pembangkit listrik tenaga angin pada umumnya, hanya saja berbeda pada objek yang menghasilkan putarannya, pada simulator ini putarannya menggunakan motor/generator (pertama) yg di couple dengan motor/generator lain (kedua), sehingga motor/generator (kedua) yg di putar menggunakan motor/generator (pertama) menghasilkan Tegangan dan Arus.





**Gambar 2. 11 Wind Simulator Motor/Generator**

## **2.10 SCADA**

SCADA termasuk Sistem Control, dimana sistem SCADA ini sudah banyak digunakan pada gedung, industri, dimana sistem ini di gunakan untuk beberapa pemusatan yaitu monitoring dan controlling peralatan industri. Sistem SCADA ini mengacu pada sistem pengumpulan data dari berbagai sensor pada suatu industri atau di tempat lain dan kemudian mengirim data tersebut pada suatu komputer pusat, dan kemudian mengontrol data data tersebut [8].

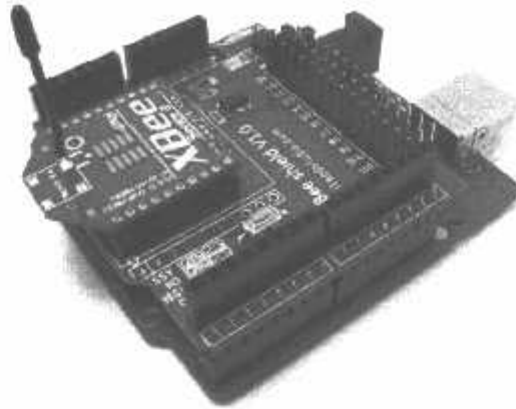
Sistem SCADA ini mengacu pada kombinasi telemetri meliputi, pengumpulan informasi, pemindahan informasi, dan mengendalikan apapun yang diperlukan kemudian mempertunjukkan informasi tersebut pada operator/display.

### **2.10.1 Keuntungan-Keuntungan Sistem SCADA**

Keuntungan-Keuntungan Sistem SCADA antara lain

1. Meningkatkan sistem operasi plant atau sistem optimisasi.
  2. Meningkatkan produktifitas personal
  3. Sistem keamanan meningkat
  4. Perlindungan peralatan plant dan lingkungan dari suatu kegagalan sistem
  5. Peningkatan dan penerimaan data lebih cepat
-

## 2.11 XBee Shield V1.1



**Gambar 2. 12 XBee Shield V1.1**

XBee Shield V1.1 adalah sebuah port serial modul XBee yang ditingkatkan, XBee Shield V1.1 kompatibel dengan Arduino dan IFLAT-32, langsung bisa pasang dengan / IFLAT-32 papan Arduino, dan menggunakan pin dasar untuk menghubungkan dengan Xbee modul port serial [9].

Fitur-fitur dari Xbee shield ini adalah:

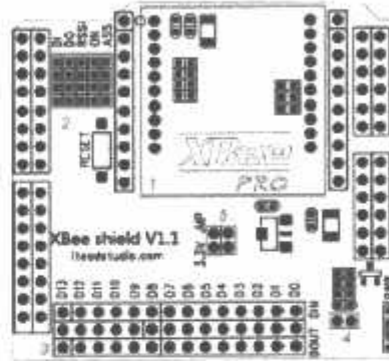
- interface prisai ganda komputibel dengan Arduino
- 3 indikator (ON / SLEEP, RSSI, ASS) \* LED untuk XBee
- Menyediakan maksimal 500mA under 3.3V
- 2.54 mm penuh keluar untuk XBee
- Pengkabelan komunikasi dengan FTDI-USB atau Arduino dengan Hardware Serial atau Software Serial

**Tabel 2. 4 Spcsifikasi Xbee Shield V1.1**

PCB size	54.9mm X 58.8mm X 1.6mm
Indicators	PWR State, DI, DO, RSSI, ON, ASS
Power supply	5V DC
Communication Protocol	UART/XBee
RoSH	Yes

Tabel 2. 5 Spesifikasi kelistrikan Xbee Shield V1.1

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage	4.5	5	5.5	VDC
Input Voltage VH:	4.5	5	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.5	V
Current Consumption	-	20	40	mA



Gambar 2. 13 Pin Xbee Shield V1.1

Tabel 2. 6 Zona Pin Xbee Shield V1.1

Zone	Description
1	XBee Socket
2	Indication LED
3	Serial communication pin select
4	Wireless program Arduino jumper
5	3.3V operation voltage jumper (When operated in 3.3V, install the jumper)

## 2.12 Kapasitor

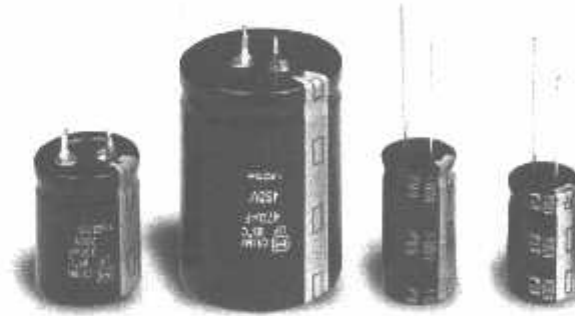
Kapasitor atau sering juga disebut kondensator merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai penyimpan energi dalam medan listrik. Kapasitor terdiri dari dua konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat atau isolator. Namun hingga sekarang kebanyakan orang menyebutnya kondensator, namun itu tidak jadi soal, karena sama cuma beda sebutannya. Kata Kondensator sendiri berasal dari bahasa Italia yaitu "Condensatore". Kapasitor dalam dunia elektronika dilambangkan dengan huruf C, jika jumlahnya lebih dari satu maka ditandai dengan angka dibelakang simbol misalnya C1,C2,C3,... dan seterusnya.

Kapasitor sendiri terdiri dari beberapa jenis, diantaranya :

- Kapasitor Elektrolit ( Memiliki Polaritas )
- Kapasitor Biasa ( Non-Polaritas )
- Kapasitor Variable.

### 2.12.1 Kapasitor Elektrolit (Elco)

Kapasitor elektrolit identik dengan 2 (dua) kaki yang memiliki dua kutub yaitu positif (+) dan negatif (-) yang didalamnya terdapat cairan elektrolit, Kapasitor yang demikian biasanya berbentuk tabung seperti pada contoh gambar dibawah ini :



**Gambar 2. 14 Kapasitor Elektrolit (Elco)**

Cara membaca ukuran Kapasitor Elektrolit (Elco)

Untuk Kapasitor Elektrolit atau orang menyebutnya Elco nilai kapasitansinya tertera dalam tubuh/badan elco itu sendiri. Jadi sangat mudah bagi kita untuk mengetahui nilai/ukurannya, contoh misalnya 100 $\mu$ F 16V, 100 $\mu$ F 50V, 3300 $\mu$ F 100V dan seterusnya.

Untuk mengetahui kaki mana yang merupakan polaritas (+) dan (-) maka bisa dilihat pada badan kapasitor itu sendiri yang terlihat seperti garis memanjang seperti pada gambar diatas yang didalamnya terdapat petunjuk polaritas (-). Dan dibadan elco juga tertera daya tahan panas elco, contoh pada gambar diatas pada badan elco tertera 85°C.

### 2.12.2 Kapasitor Biasa (Non-Polar)

Kapasitor non polar adalah kapasitor yang tidak memiliki nilai polaritas, polaritas sendiri adalah kutub positif dan kutub negatif. Maka dari itu disebut Kapasitor non polar karena tidak memiliki kutub baik positif maupun negatif. Kapasitor jenis ini cara pemasangannya bebas dalam artian terbalik tidak apa-apa karena tidak terdapat kutub seperti kapasitor elektrolit yang memiliki dua kutub. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 2. 15 Kapasitor Biasa (Non-Polar)

### 2.12.3 Kapasitor Variable dan Timmer

Kapasitor jenis ini memiliki nilai kapasitas yang dapat berubah-ubah, kapasitor variable dan trimmer nilai kapasitasnya dapat berubah karena secara fisik memiliki poros tengah yang dapat diputar dengan menggunakan obeng. Berikut beberapa contoh gambar Kapasitor Variable dan Trimmer.

KAPASITOR VARIABEL (VARIABLE CAPACITOR)		
Nama Komponen	Gambar	Simbol
<b>VARCO</b> (Variable Condensator)		
<b>Trimmer</b>	 <small>www.produkielektronik.com</small>	

Gambar 2. 16 Capacitor Variable dan Trimmer

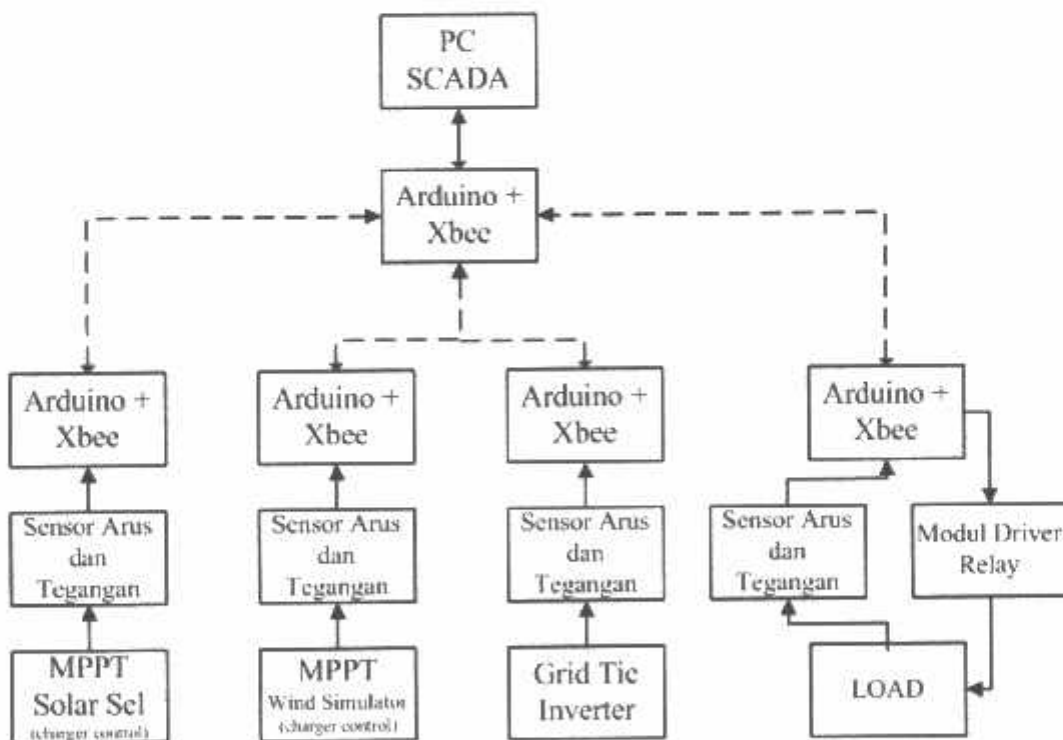
## BAB III

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

#### 3.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas mengenai perancangan dan pembuatan alat pembahasan akan dilakukan pada setiap blok rangkaian, cara kerja masing-masing blok rangkaian, perhitungan dan fungsi masing-masing blok rangkaian tersebut. Secara garis besar terdapat tiga bagian perangkat yang ada yaitu perancang perangkat keras (*Hardware*). Perancangan perangkat lunak (*Software*) dan perancangan mekanik. Secara umum cara kerja alat ini adalah sebagai komunikasi untuk melihat daya aktif dan *control* beban menggunakan wifi. Personal computer digunakan sebagai monitoring daya dan control beban secara *wireless* dengan modul Xbee. Rangkaian ini terdiri dari arduino mega sebagai *control, monitoring* daya dan modul Xbee sebagai pengirim data dari masukan sensor tegangan dan sensor arus.

#### 3.2 Blok Diagram Sistem Keseluruhan



**Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan**

Penjelasan diagram blok sistem :

- Scada,  
Sistem Scada ini mengacu pada kombinasi telemetri meliputi, pengumpulan informasi, pemindahan informasi, dan mengendalikan apapun yang diperlukan kemudian mempertunjukkan informasi tersebut pada operator/display.
- Arduino + Xbee,  
Befungsi digunakan untuk antar muka sensor, charger control, grid tie inverter, beban dan sistem jaringan menggunakan teknologi Xbee yang bekerja pada jaringan wireless.
- MPPT Charger Control (Solar Scl dan Wind Simulator),  
Charger Controller merupakan sebuah piranti elektronik yang di gunakan untuk mengatur arus DC yg diisi ke Accu atau baterai menuju beban. Charger Controller ini mengatur kelebihan pengisian akibat baterai sudah penuh dan kelebihan tegangan dari solar cell atau panel surya.
- Grid Tie Inverter,  
Cara kerja Grid Tie Inverter secara paralel dengan aliran listrik dari jaringan PLN untuk mensupply energy yang dibutuhkan di rumah / kantor / pabrik kita. System GRID TIE telah dirancang sinkron dengan system Listrik PLN sehingga tidak perlu khawatir akan terjadi konflik. System ini hanya dapat diaplikasikan untuk lokasi yang sudah dilayani oleh PLN. Dengan demikian kita memiliki 2 sumber energy untuk mensupply kebutuhan listrik di tempat kita yaitu dari PLN dan dari Solar Cell

### **Cara Kerja Sistem**

Dari diagram blok pada gambar 3.1 dapat dijelaskan cara kerja sistem komunikasi ini sebagai berikut, dimana sensor arus dan sensor tegangan akan mengirimkan data yaitu keluaran arus dan tegangan dari mppt solar scl, mppt wind simulator, grid tie inverter, dan load untuk memonitoring daya, kemudian data yang di hasilkan dikirim ke Arduino. Komunikasi dua arah menggunakan arduino yang berkerja sebagai monitoring daya dan kontrol. Data yang di peroleh pada arduino akan diteruskan ke modul Xbee kemudian data akan dikirim ke

---

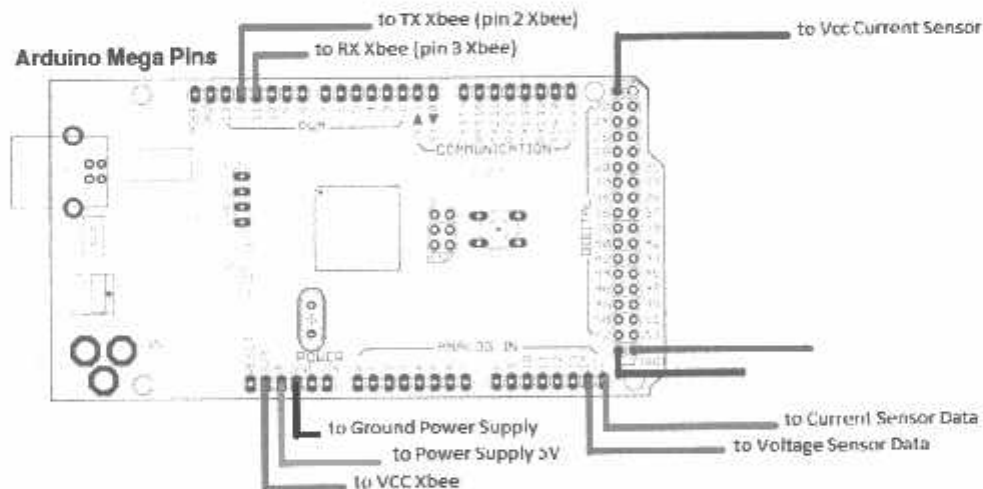
personal computer secara *wireless* sebagai jaringan komunikasi, personal computer berfungsi untuk *control* dan monitoring daya.

Pada sistem ini personal computer mempunyai dua fungsi yaitu sebagai *monitoring* dan *control*. Data dari sensor akan diolah oleh arduino, proses pengiriman data ke personal computer menggunakan modul Xbee melalui jaringan *wireless* sebagai *monitoring* daya. Personal computer memberikan perintah kontrol kepada arduino untuk kontrol beban.

### 3.3 Perancangan Arduino Mega

Pada perancangan dan pembuatan alat ini mikrokontroler arduino digunakan untuk menerima data dari sensor arus dan tegangan kemudian memproses data yang masuk tersebut untuk selanjutnya di kirim ke perangkat Xbee dan Personal komputer.

Mikrokontroller ini juga akan memproses sinyal masukan dari personal computer untuk *control* beban. Konfigurasi pin-pin yang digunakan pada perancangan dan pembuatan alat ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



**Gambar 3. 2 Konfigurasi Pin**

Pada arduino mega menggunakan crystal 16Mhz bertujuan agar perhitungan baudrate tidak mengalami error yang disebabkan selisih perhitungan. Perhitungan baud rate pada atmega 16 dengan baut rate yang diinginkan adalah 38400bps. Perhitungan clock dapat dihitung sebagai berikut



Diketahui :

$$UBRR = (\text{focs} / 16.\text{Baud})-1$$

$$UBRR = (16000000/16.38400)-1$$

$$UBRR = (16000000/614400)-1$$

$$UBRR = 26-1$$

$$= 25$$

$$= 16\text{MHz}$$

Penggunaan Kristal 16,0000 MHz memungkinkan hasil perhitungan baudrate tidak sisa dan error dari selisih perhitungan tidak ada. Sehingga dengan menggunakan nilai Kristal 16,0000MHz maka dapat dihitung waktu yang diperlukan untuk satu siklus mesin yaitu

$f = 16,0000 \text{ MHz}$  Sehingga :

$$T = \frac{1}{f_{\text{kristal}}}$$

$$T = \frac{1}{16,0000 \text{ MHz}}$$

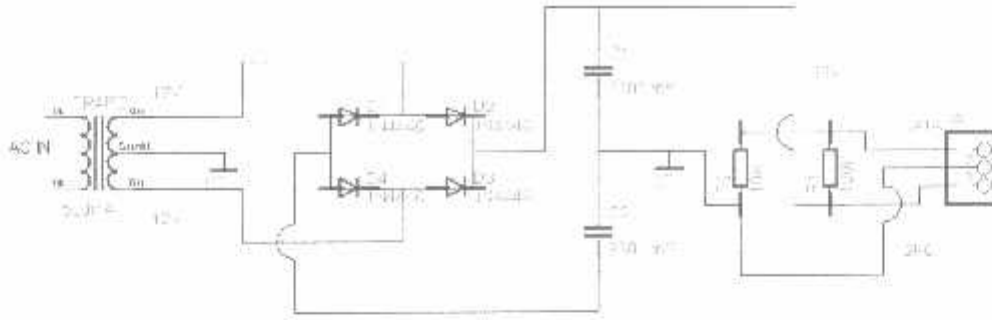
$$T = 6.25 \cdot 10^{-8}$$

### 3.4 Perancangan Sensor Tegangan

Sensor tegangan di gunakan untuk membaca tegangan pada sistem smartgrid, baik itu tagangan DC maupun pada tegangan AC. Data yang di dapat dari sensor melalui pin A14 pada arduino, di teruskan ke arduino untuk di olah dan di kirim oleh Xbee ke master melalui jaringan wireless.

#### 3.4.1 Perancangan Sensor Tegangan AC

Pada perancangan dan pembuatan sensor tegangan AC ini menggunakan resistor, dioda, capasitor dan trafo CT. Sebagai inputan dari tegangan AC 220V berikut gambar rangkaian sensor tegangan:



**Gambar 3. 3 Rangkaian Sensor Tegangan AC**

Pada inputan sensor tegangan AC, membutuhkan converter dari tegangan AC ke tegangan DC, tegangan 220 volt/ 110 volt AC di converter menjadi 18 volt DC. Menggunakan dua resistor yaitu R1 100K dan R2 10K. Maka dengan rangkaian pembagi tegangan ini sangat membantu sekali sebagai sensor tegangan. Nilai dari resistor tersebut dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{R2}{R1+R2} \times V_{in}$$

Dimana :

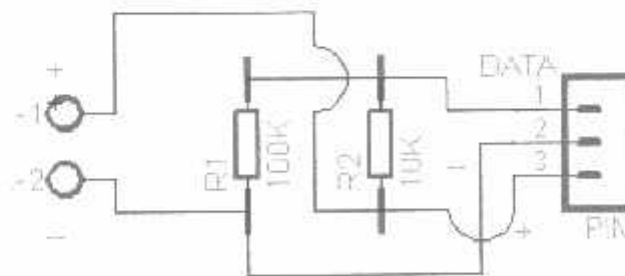
$V_{out}$  = Tegangan output dari resistor (V)

$V_{in}$  = Tegangan sumber (V)

$R1$  dan  $R2$  = Resistor ( $\Omega$ )

### 3.4.2 Perancangan Sensor Tegangan DC

Pada perancangan dan pembuatan sensor tegangan DC ini menggunakan dua buah resistor yaitu 100K dan 10K sebagai inputan dari tegangan AC 24V berikut gambar rangkaian sensor tegangan:



**Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Tegangan DC**

Pada sensor tegangan DC yang di ukur adalah tegangan DC dari mppt solar sel dan wind simulator ( charger control ). Maka dengan rangkaian pembagi tegangan ini sangat membantu sekali sebagai sensor tegangan. Nilai dari resistor tersebut dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{R2}{R1+R2} x V_{in}$$

Dimana :

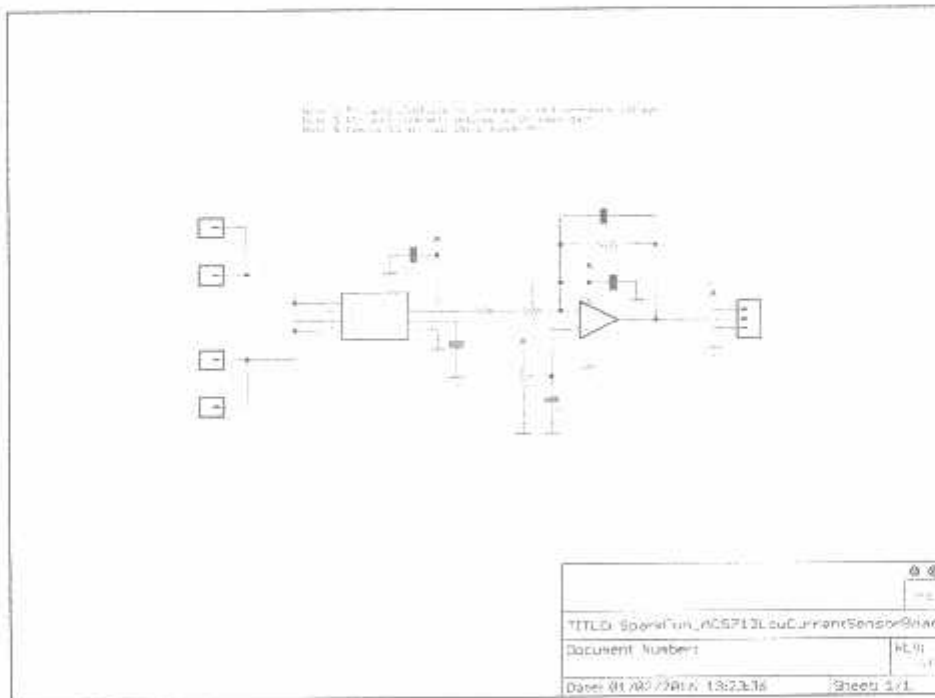
$V_{out}$  = Tegangan output dari resistor (V)

$V_{in}$  = Tegangan sumber (V)

$R1$  dan  $R2$  = Resistor ( $\Omega$ )

### 3.5. Perancangan Sensor Arus ACS712

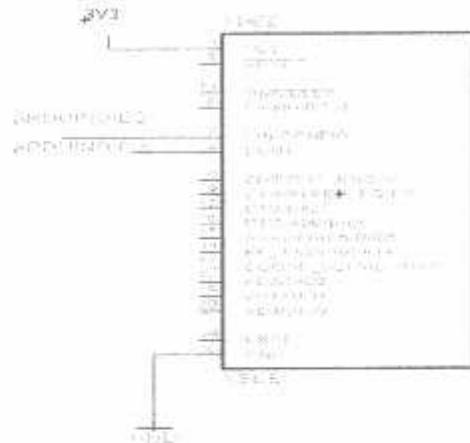
Pada perancangan sensor arus berikut ini, sensor telah berupa modul. Inputan melalui pin IP+ dan IP- serta output pada pin VO, 5V dan ground. Sumber DC dan AC masuk ke pin IP+ dan pin IP-, sedangkan pin VO dari sensor ke pin A14 arduino (pin A14 di gunakan pada arus AC dan DC), pin 5V dan GND dari sensor ke 5V dan GND arduino.



**Gambar 3. 5 Rangkaian Sensor Arus DC dan AC**

### 3.6. Perancangan Xbee Pro S1

Dalam perancangan ini menggunakan jaringan *wireless* dengan modul xbee tujuan untuk pengiriman data dari arduino ke pc melalui jarak yang jauh. Berikut gambar 3.6 konfigurasi xbee:

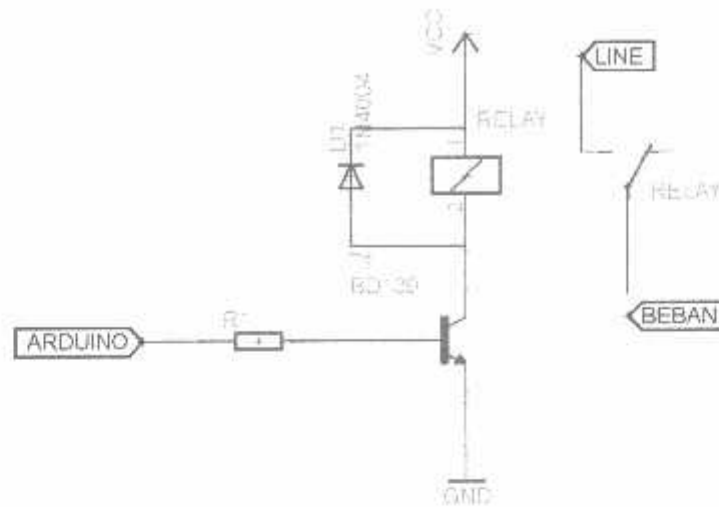


**Gambar 3. 6 Konfigurasi Xbee dengan Arduino**

Xbee ini merupakan jenis *wireless* dengan type 802.15.4 dengan kemampuan jarak pengiriman data hingga 3000 m untuk komunikasi Xbee menggunakan serial TTL, dan juga untuk konsumsi daya cukup kecil yaitu 3.3v pada Xbee ini juga dibekali dengan antenna kecil yang berguna sebagai pemancar agar jangkauan sinyal lebih jauh dan stabil. Pin Xbee yang digunakan sebagai transfer data yaitu pin 3 sebagai data input dan pin 2 sebagai data out.

### 3.7. Perancangan Driver Relay

Driver relay adalah rangkaian yang digunakan untuk mengendalikan pengoprasian relay. Driver relay ini berfungsi sebagai *control* yang dilakukan oleh mikrokontroller arduino mega dengan beban sebagai pembatasan. Pada rangkaian driver relay juga terdapat transistor dengan type SS9013 dimana berdasarkan datasheet pengutan atau hFE transistor ini minimal 64, nilai  $V_{be}$  1,2 volt, dan nilai  $V_{ce}$  0.6V. Berikut gambar rangkaian driver relay.



**Gambar 3. 7 Driver Relay**

Maka dalam perancangan driver relay ini  $R_1$  dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui :

$I_{Cmax}$	= 500 mA
$V_{CEt}$	= 0,6 V
$V_{BE}$	= 1,2 V
$hFE$	= 64
$R_{coil}$	= 70 $\Omega$
$V_{relay}$	= 5V
$V_{BU}$	= 5V

Maka :

$$V_{relay} = I_C \cdot R_{coil} + V_{ce}$$

$$5V = I_C \cdot 70\Omega + 0,6V$$

$$I_C = \frac{5-0,6}{70} = 0,063 \text{ mA}$$

$$I_B = \frac{I_C}{hFE}$$

$$I_B = \frac{0,063}{64}$$

$$= 0,000984 \text{ mA}$$

Perhitungan nilai  $R_B$  :

$$V_{BB} = I_B \cdot R_B + V_{Be}$$

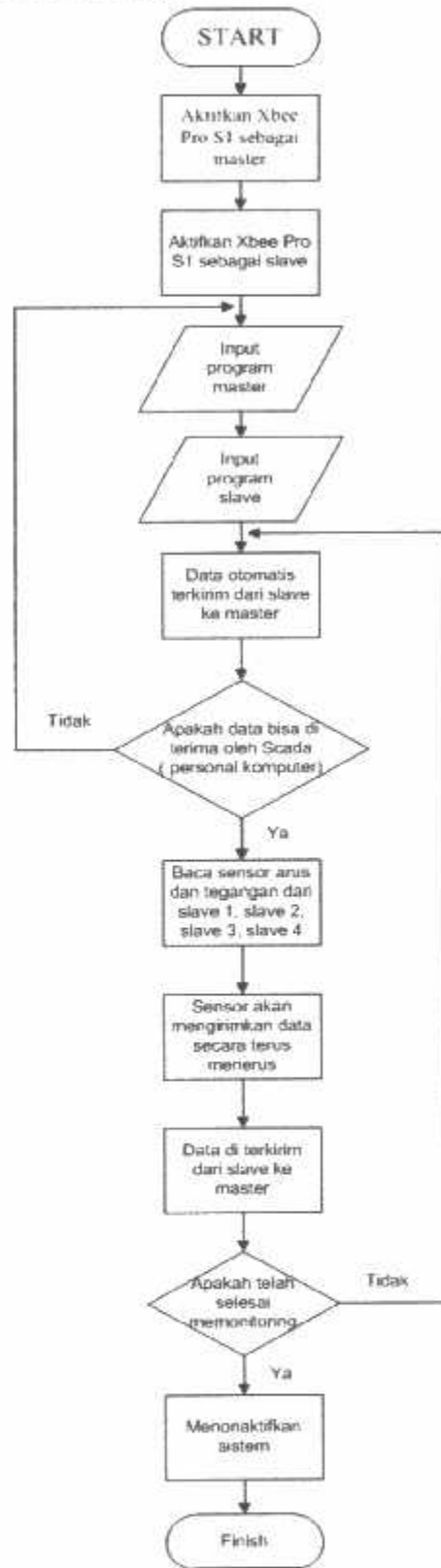
$$5V = 0.00098mA \cdot R_B + 1,2V$$

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5-1,2}{0,00098} \\ &= 3877.551 \Omega \approx 3k8\Omega \end{aligned}$$

Harga untuk nilai pada basis Transistor atau  $R_1$  yaitu  $3k\Omega$  pada perhitungan tersebut menggunakan inputan dari mikrokontroller dengan tegangan TTL atau VCC 5V.

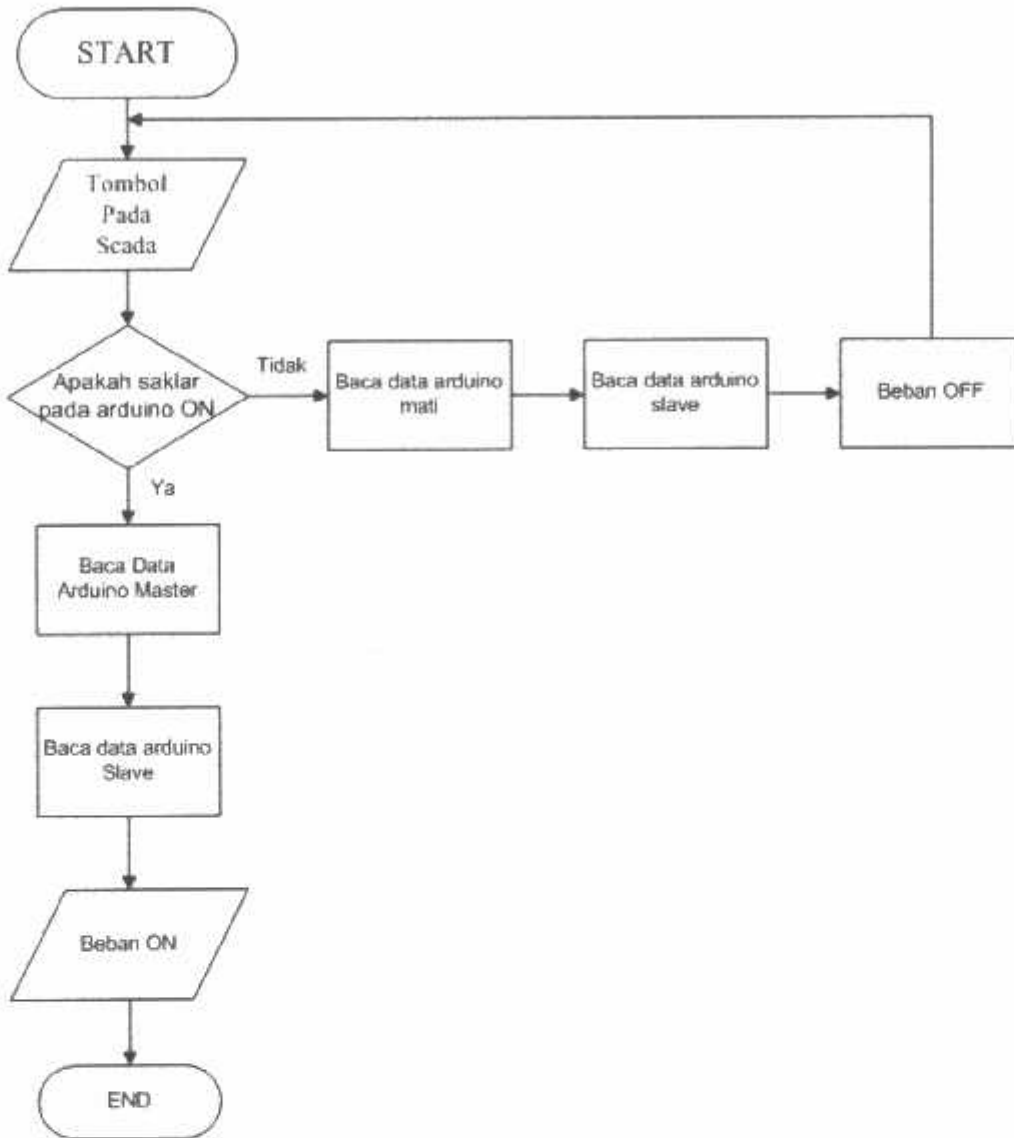
---

### 3.8 Flowchart Sistem Komunikasi



Gambar 3. 8 Flowcart Sistem Komunikasi

### 3.9 Flowchart Sistem Beban



Gambar 3. 9 Flowcart Sistem Beban



## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Pendahuluan**

Pada bab ini ditunjukkan untuk melakukan pengujian dan pembahasan dari sistem yang telah dirancang sebelumnya agar dapat diketahui bagaimana kinerja dari keseluruhan sistem maupun kinerja masing-masing bagian. Dari hasil pengujian tersebut akan dijadikan dasar untuk menentukan kesimpulan serta point-point kekurangan yang harus segera diperbaiki agar kinerja keseluruhan sistem dapat sesuai dengan perencanaan dan perancangan yang telah dibuat.

Pengujian yang dilakukan meliputi:

- Pengujian Arduino mega2560
- Pengujian driver relay
- Pengujian pengiriman data sensor tegangan, sensor arus, dan jarak pengiriman
- Pengujian keseluruhan sistem komunikasi

#### **4.2. Pengujian Arduino Mega2560**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian Arduino Mega2560 berkerja dengan baik.

##### **4.2.1. Peralatan Yang Digunakan**

1. AVO meter
2. Power supply
3. Arduino mega2560
4. Personal computer
5. Software arduino

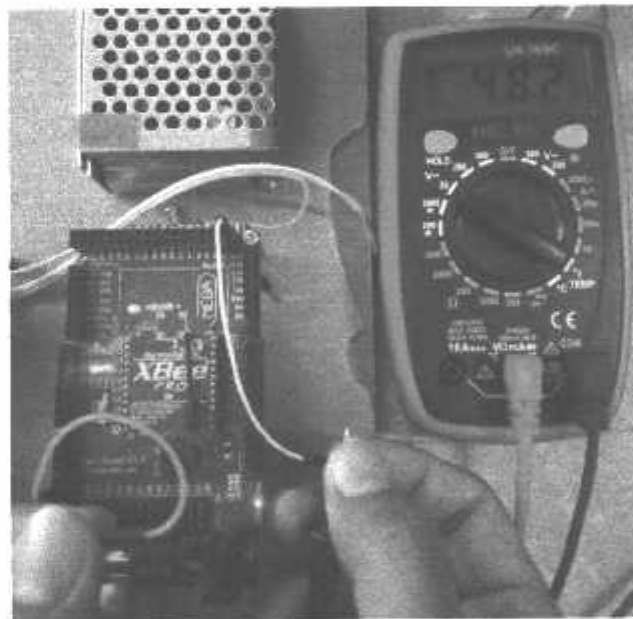
#### 4.2.2. Prosedur Pengujian Arduino Mega2560

1. Pengujian pin 13 pada arduino mega.
2. Persiapkan arduino mega2560.
3. Upload program ke arduino.
4. Ukur tegangan pada pin 13 dengan AVO meter.

#### 4.2.3. Hasil Pengujian

**Tabel 4. 1 Hasil Output Pengukuran Arduino**

Logika pin13	Tegangan Pin Digital Arduino (Volt)	Status pin 13
0	0	OFF
1	4,82	ON



**Gambar 4. 1 Pengukuran Pada Pin 13 Arduino**

### 4.3. Pengujian Driver Relay

Pengujian dari driver relay yaitu untuk mengetahui apakah driver relay dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perintah dari mikrokontroler dan untuk mengetahui kerja dari relay yang digunakan sebagai pengontrol ada tidaknya aliran listrik ke beban.

#### 4.3.1. Peralatan Yang Digunakan

1. Arduino mega 2560
2. Personal Computer
3. Modul Driver Relay
4. Power supply 5 volt
5. Multimeter Digital

#### 4.3.2. Prosedur Pengujian Driver Relay

1. Menghubungkan PIN driver relay dengan pin digital arduino
2. Menghubungkan PINvcc dan ground dengan power supply 5 volt
3. Memprogram Arduino dengan memberikan logic 0 dan logic 1 untuk menguji Modul Driver Relay
4. Mencatat hasil pengujian yang dilakukan dengan AVO meter.

#### 4.3.3. Hasil Pengujian

**Tabel 4. 2 Data Pengamatan Driver Relay**

Logika Pin Arduino	Tegangan Pin Digital Arduino (Volt)	Status Relay
0	0	OFF
1	4,90	ON



**Gambar 4. 2 Tegangan Output Pengujian Relay**

#### **4.4. Pengujian Pengiriman Data Sensor Tegangan, Sensor Arus, dan Jarak Xbee (slave) ke Xbee (master)**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor tegangan dan sensor arus dapat mengirimkan data dari Xbee slave ke Xbee master dengan jarak tertentu, agar dapat mengetahui apakah data dapat terkirim atau dibaca oleh mikrokontroler Arduino Mega2560.

##### **4.4.1 Peralatan Yang Digunakan**

1. AVO meter/display charger control
  2. Sensor Tegangan
  3. Sensor Arus
  4. Power supply
  5. Arduino mega2560 + Xbee modul
  6. Personal computer
  7. Software arduino
  8. Alat ukur jarak (meteran)
-

#### 4.4.2 Prosedur Pengujian Sensor Tegangan

1. Pengujian sensor tegangan pada Arduino Mega2560.
2. Siapkan rangkaian sensor tegangan.
3. Sambungkan pin sensor tegangan dengan Arduino.
4. Upload program ke arduino.
5. Pilih menu "Serial Monitor" pada IDE Arduino
6. Amati perubahan tegangan pada personal komputer.
7. Amati dan Catat hasil pengukuran dengan AVO dan pembacaan sensor.
8. Bandingkan hasil pengukuran dan pembacaan.

#### 4.4.3 Hasil Pengujian

Penulis melakukan empat kali pengujian terhadap sensor tegangan, sensor arus, dan jarak pengiriman dari Xbee (master) ke Xbee (slave):

Pertama, penulis meletakkan laptop dan xbee master berjarak 1 meter dari xbee slave yang telah di rangkai untuk membaca data. Sensor tegangan di rangkai paralel ke PV solar sel, sedangkan sensor arus di rangkai seri ke PV solar sel.

Kedua, penulis meletakkan laptop dan xbee master berjarak 10 meter dari xbee slave yang telah di rangkai untuk membaca data. Sensor tegangan di rangkai paralel ke PV solar sel, sedangkan sensor arus di rangkai seri ke PV solar sel.

Ketiga, penulis meletakkan laptop dan xbee master berjarak 20 meter dari xbee slave yang telah di rangkai untuk membaca data. Sensor tegangan di rangkai paralel ke PV solar sel, sedangkan sensor arus di rangkai seri ke PV solar sel.

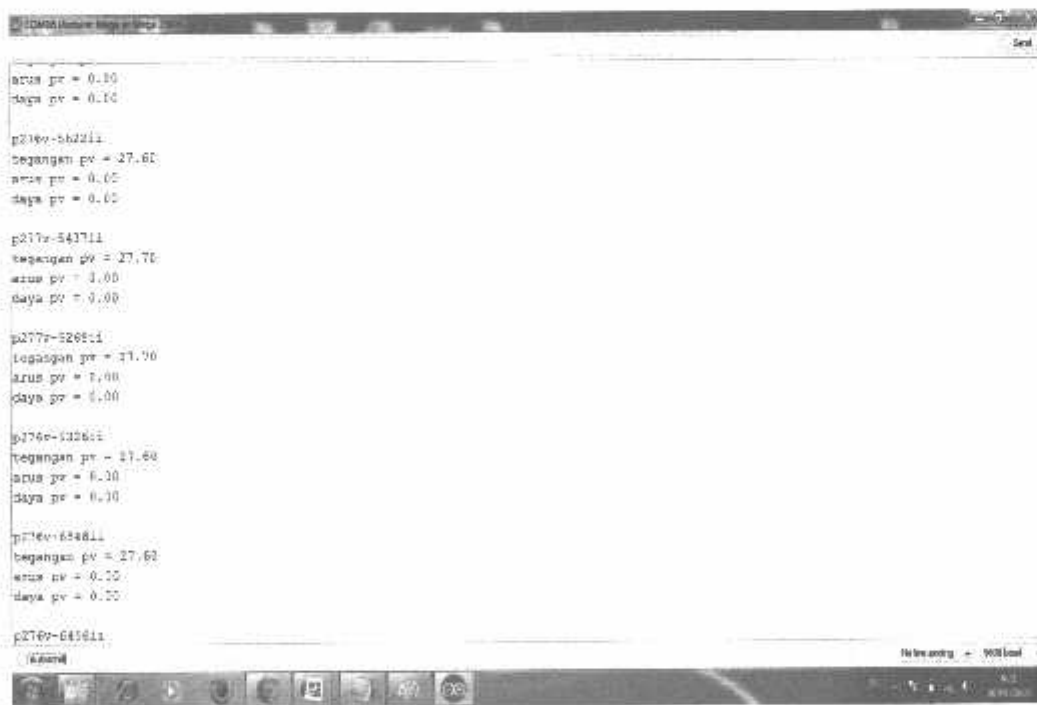
Keempat, penulis meletakkan laptop dan xbee master berjarak 40 meter dari xbee slave yang telah di rangkai untuk membaca data. Sensor tegangan di rangkai paralel ke PV solar sel, sedangkan sensor arus di rangkai seri ke PV solar sel. Di jarak 40 meter ini, penulis melakukan dua percobaan, yaitu:

1. 40 meter horizontal dari xbee slave, di lantai 2 gedung lab elektro.
  2. 40 meter vertikal dari xbee slave, di lantai 1 gedung lab elektro.
-

Berikut hasil dari pengujian pertama sensor tegangan, sensor arus pada jarak 1 meter pengiriman data:

**Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Tegangan, Arus, dan Jarak 1 meter**

No	Jarak Xbee master ke Xbee slave	Sensor Tegangan (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Sensor Arus (volt)	Display Charger Control (volt)
1	1 Meter	27,6	26,9	0	0,4
2		27,7	26,9	0	0,4
3		27,7	26,7	0	0,3
4		27,6	26,8	0	0,4
5		27,6	26,9	0	0,4



**Gambar 4. 3 Tampilan serial monitor sensor tegangan dan arus di jarak 1 meter**



**Gambar 4. 4 Tampilan pada display charger control pada jarak 1 meter**

#### **4.4.4. Analisa Pengujian Jarak 1 meter**

Dari data hasil pengujian sensor dan jarak yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan nilai error sensor dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\%error = \left| \frac{\text{Hasil pengujian} - \text{Hasil pengukuran}}{\text{Hasil pengukuran}} \right| \times 100\%$$

Perhitungan nilai error pada pengujian sensor tegangan di jarak 1 meter:

$$1. \%error = \left| \frac{27,6-26,9}{26,9} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.026\%$$

$$2. \%error = \left| \frac{27,7-26,9}{26,9} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.029\%$$

$$3. \%error = \left| \frac{27,7-26,7}{26,7} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.037\%$$

$$4. \%error = \left| \frac{27,6-26,8}{26,8} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.029\%$$

$$5. \%error = \left| \frac{27,6-26,9}{26,9} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.026\%$$

Error rata – rata pada pengujian sensor tegangan di jarak 1 meter:

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{Jumlah Percobaan}$$

$$\overline{\%error} = \frac{0.026 + 0.029 + 0.037 + 0.029 + 0.026}{5}$$

$$\overline{\%error} = 0.029\%$$

Perhitungan nilai error pada pengujian sensor arus di jarak 1 meter:

1.  $\%error = \left| \frac{0-0,4}{0,4} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$
2.  $\%error = \left| \frac{0-0,4}{0,4} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$
3.  $\%error = \left| \frac{0-0,3}{0,3} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$
4.  $\%error = \left| \frac{0-0,4}{0,4} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$
5.  $\%error = \left| \frac{0-0,4}{0,4} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$

Error rata – rata pada pengujian sensor tegangan di jarak 1 meter:

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{Jumlah Percobaan}$$

$$\overline{\%error} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1}{5}$$

$$\overline{\%error} = 1 \%$$


---



**Tabel 4. 4 Nilai Pengujian Error Sensor Tegangan, Arus, dan Jarak 1 meter**

NO	Jarak Xbee master ke Xbee slave	Sensor Tegangan (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Error (%)	Sensor Arus (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Error (%)
1	1 meter	27,6	26,9	0,026	0	0,4	1
2		27,7	26,9	0,029	0	0,4	1
3		27,7	26,7	0,037	0	0,3	1
4		27,6	26,8	0,029	0	0,4	1
5		27,6	26,9	0,026	0	0,4	1
Error rata - rata				0,029	Error rata - rata		1

Berikut hasil dari pengujian kedua sensor tegangan, sensor arus pada jarak 10 meter pengiriman data:

**Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sensor Tegangan, Arus, dan Jarak 10 meter**

NO	Jarak Xbee master ke Xbee slave	Sensor Tegangan (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Sensor Arus (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)
1	10 meter	27,2	27,1	0	0,4
2		27	27,1	0	0,4
3		26,8	27,3	0	0,4
4		26,7	27,1	0	0,4
5		27,3	27,2	0	0,4

```

tegasan pr = 27.20
arus pr = 0.00
daya pr = 0.00

p100-49370L
tegangan pr = 27.00
arus pr = 0.00
daya pr = 0.00

p100-49371L
tegangan pr = 27.00
arus pr = 0.00
daya pr = 0.00

p100-49372L
tegangan pr = 27.00
arus pr = 0.00
daya pr = 0.00

p100-49373L
tegangan pr = 27.00
arus pr = 0.00
daya pr = 0.00

p100-49374L
tegangan pr = 27.00
arus pr = 0.00
daya pr = 0.00

```

**Gambar 4. 5 Tampilan serial monitor sensor tegangan dan arus di jarak 10 meter**



**Gambar 4. 6 Tampilan pada display charger control pada jarak 10 meter**

#### 4.4.5. Analisa Pengujian Jarak 10 meter

Dari data hasil pengujian sensor dan jarak yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan nilai error sensor dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\%error = \left| \frac{\text{Hasil pengujian} - \text{Hasil pengukuran}}{\text{Hasil pengukuran}} \right| \times 100\%$$

Perhitungan nilai error pada pengujian sensor tegangan di jarak 10 meter:

$$1. \%error = \left| \frac{27,2-27,1}{27,1} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.003\%$$

$$2. \%error = \left| \frac{27-27,1}{27,1} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.003\%$$

$$3. \%error = \left| \frac{26,8-27,3}{27,3} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.018\%$$

$$4. \%error = \left| \frac{26,7-27,1}{27,1} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.014\%$$

$$5. \%error = \left| \frac{27,3-27,2}{27,2} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.003\%$$

Error rata – rata pada pengujian sensor tegangan di jarak 10 meter:

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{\text{Jumlah Percobaan}}$$

$$\overline{\%error} = \frac{0.003 + 0.003 + 0.018 + 0.014 + 0.003}{5}$$

$$\overline{\%error} = 0.041\%$$

Perhitungan nilai error pada pengujian sensor arus di jarak 10 meter:

$$1. \%error = \left| \frac{0-0,4}{0,4} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

$$2. \%error = \left| \frac{0-0,4}{0,4} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

$$3. \%error = \left| \frac{0-0,4}{0,3} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

$$4. \%error = \left| \frac{0-0,4}{0,4} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

$$5. \%error = \left| \frac{0-0,4}{0,4} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

Error rata - rata pada pengujian sensor tegangan di jarak 10 meter:

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{Jumlah Percobaan}$$

$$\overline{\%error} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1}{5}$$

$$\overline{\%error} = 1 \%$$

**Tabel 4. 6 Nilai Pengujian Error Sensor Tegangan, Arus, dan Jarak 10 meter**

NO	Jarak Xbee master ke Xbee slave	Sensor Tegangan (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Error (%)	Sensor Arus (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Error (%)
1	10 meter	27,2	27,1	0,003	0	0,4	1
2		27	27,1	0,003	0	0,4	1
3		26,8	27,3	0,018	0	0,4	1
4		26,7	27,1	0,014	0	0,4	1
5		27,3	27,2	0,003	0	0,4	1
		Error rata - rata		0,041	Error rata - rata		1

Berikut hasil dari pengujian kedua sensor tegangan, sensor arus pada jarak 20 meter pengiriman data:

**Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sensor Tegangan, Arus, dan Jarak 20 meter**

NO	Jarak Xbee master ke Xbee slave	Sensor Tegangan (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Sensor Arus (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)
1	20 meter	26,3	26,8	0	0,5
2		27,3	26,3	0	0,5
3		26,6	26,2	0	0,5
4		26,9	26,1	0	0,5
5		27,1	26,5	0	0,5



**Gambar 4. 7** Tampilan serial monitor sensor tegangan dan arus di jarak 20 meter



**Gambar 4. 8** Tampilan pada display charger control pada jarak 20 meter

#### 4.4.6. Analisa Pengujian Jarak 20 meter

Dari data hasil pengujian sensor dan jarak yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan nilai error sensor dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\%error = \left| \frac{\text{Hasil pengujian} - \text{Hasil pengukuran}}{\text{Hasil pengukuran}} \right| \times 100$$

Perhitungan nilai error pada pengujian sensor tegangan di jarak 20 meter:

$$1. \%error = \left| \frac{26,3-26,8}{26,8} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.018\%$$

$$2. \%error = \left| \frac{27,3-26,3}{26,3} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.038\%$$

$$3. \%error = \left| \frac{26,6-26,2}{26,2} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.015\%$$

$$4. \%error = \left| \frac{26,9-26,1}{26,1} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0.03\%$$

$$5. \%error = \left| \frac{27,1-26,5}{26,5} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0,022\%$$

Error rata – rata pada pengujian sensor tegangan di jarak 20 meter:

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{\text{Jumlah Percobaan}}$$

$$\overline{\%error} = \frac{0.018 + 0.038 + 0.015 + 0.03 + 0.022}{5}$$

$$\overline{\%error} = 0.1054\%$$

Perhitungan nilai error pada pengujian sensor arus di jarak 20 meter:

$$1. \%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

$$2. \%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

$$3. \%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

$$4. \%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

$$5. \%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1 \%$$

Error rata – rata pada pengujian sensor tegangan di jarak 20 meter:

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{Jumlah Percobaan}$$

$$\overline{\%error} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1}{5}$$

$$\overline{\%error} = 1 \%$$

**Tabel 4. 8 Nilai Pengujian Error Sensor Tegangan, Arus, dan Jarak 20 meter**

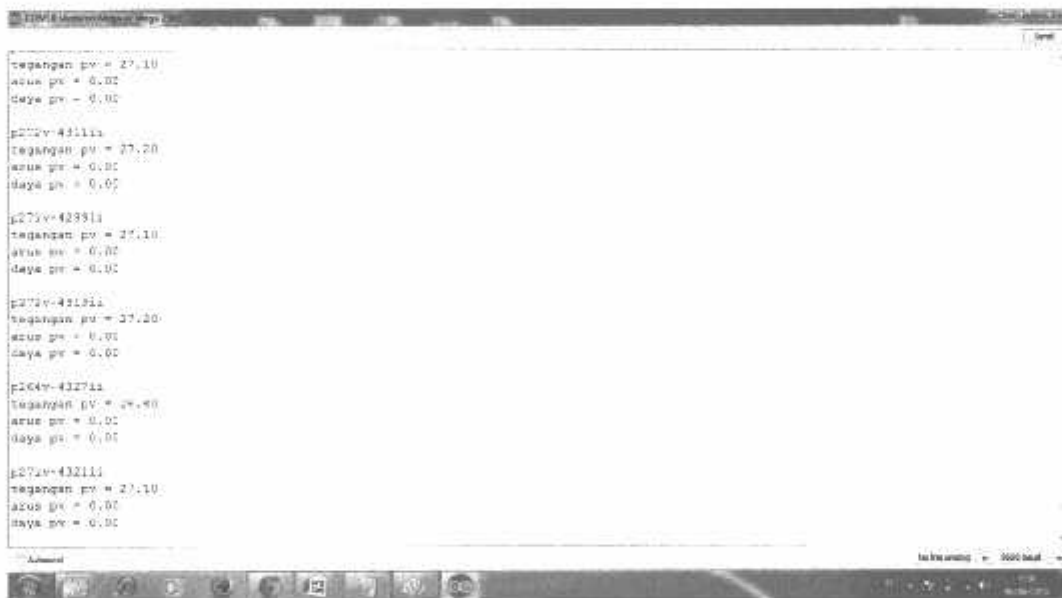
NO	Jarak Xbee master ke Xbee slave	Sensor Tegangan (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Error (%)	Sensor Arus (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Error (%)
1	20 meter	26,3	26,8	0,018	0	0,5	1
2		27,3	26,3	0,038	0	0,5	1
3		26,6	26,2	0,015	0	0,5	1
4		26,9	26,1	0,03	0	0,5	1
5		27,1	26,5	0,022	0	0,5	1
		Error rata - rata		0,1054	Error rata - rata		1

Berikut hasil dari pengujian kedua sensor tegangan, sensor arus pada jarak 40 meter pengiriman data:

**Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Sensor Tegangan, Arus, dan Jarak 40 meter lantai 2**

NO	Jarak Xbee master ke Xbee slave	Sensor Tegangan (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Sensor Arus (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)
1	40 meter lantai 2	26,3	26,8	0	0,5
2		27,3	26,3	0	0,5
3		26,6	26,2	0	0,5
4		26,9	26,1	0	0,5
5		27,1	26,5	0	0,5

- Pada pengujian di jarak 40 meter, pada saat penulis berjalan ke lantai 1, pengiriman data menjadi lambat. Setelah satu atau dua langkah lagi, pengiriman dari slave terhenti atau tidak terkirim lagi ke Xbee master.



**Gambar 4. 9 Tampilan serial monitor sensor tegangan dan arus di jarak 40 meter**





**Gambar 4. 10 Tampilan pada display charger control pada jarak 40 meter**

#### 4.4.7. Analisa Pengujian Jarak 40 meter

Dari data hasil pengujian sensor dan jarak yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan nilai error sensor dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\%error = \left| \frac{\text{Hasil pengujian} - \text{Hasil pengukuran}}{\text{Hasil pengukuran}} \right| \times 100\%$$

Perhitungan nilai error pada pengujian sensor tegangan di jarak 40 meter:

$$1. \%error = \left| \frac{26,3 - 26,8}{26,8} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0,018\%$$

$$2. \%error = \left| \frac{27,3 - 26,3}{26,3} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 1\%$$

$$3. \%error = \left| \frac{26,6 - 26,2}{26,2} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0,015\%$$

$$4. \%error = \left| \frac{26,9 - 26,1}{26,1} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0,03\%$$

$$5. \%error = \left| \frac{27,1 - 26,5}{26,5} \right| \times 100\%$$

$$\%error = 0,022\%$$

Error rata – rata pada pengujian sensor tegangan di jarak 40 meter:

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{Jumlah Percobaan}$$

$$\overline{\%error} = \frac{0.018 + 1 + 0.015 + 0.03 + 0.022}{5}$$

$$\overline{\%error} = 0.217\%$$

Perhitungan nilai error pada pengujian sensor arus di jarak 40 meter:

1.  $\%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$
2.  $\%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$
3.  $\%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$
4.  $\%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$
5.  $\%error = \left| \frac{0-0,5}{0,5} \right| \times 100\%$   
 $\%error = 1 \%$

Error rata – rata pada pengujian sensor tegangan di jarak 40 meter:

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{Jumlah Percobaan}$$

$$\overline{\%error} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1}{5}$$

$$\overline{\%error} = 1 \%$$


---

**Tabel 4. 10 Nilai Pengujian Error Sensor Tegangan, Arus, dan Jarak 40 meter**

NO	Jarak Xbee master ke Xbee slave	Sensor Tegangan (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Error (%)	Sensor Arus (volt)	Tampilan Display Charger Control (volt)	Error (%)
1	40 meter lantai 2	26,3	26,8	0,018	0	0,5	1
2		27,3	26,3	1	0	0,5	1
3		26,6	26,2	0,015	0	0,5	1
4		26,9	26,1	0,03	0	0,5	1
5		27,1	26,5	0,022	0	0,5	1
		Error rata - rata		0,217	Error rata - rata		1

#### 4.4 Pengujian Sistem Keseluruhan

Setelah melakukan pengujian terhadap masing-masing blok rangkaian, selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan seluruh blok rangkaian menjadi satu, sehingga sistem dapat diuji dengan lengkap.

Pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem komunikasi sesuai perencanaan di awal pembuatan alat.

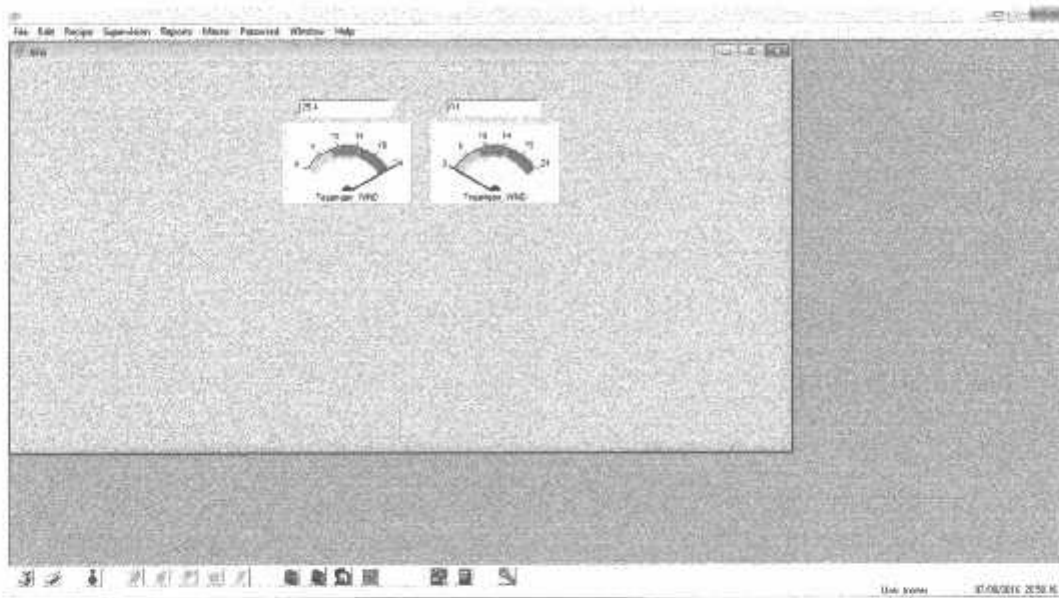
##### 4.4.1. Peralatan yang Digunakan

1. Modul komunikasi Xbee Master dan Xbee Slave;
2. Kabel data USB;
3. *Personal Computer (Scada)*;

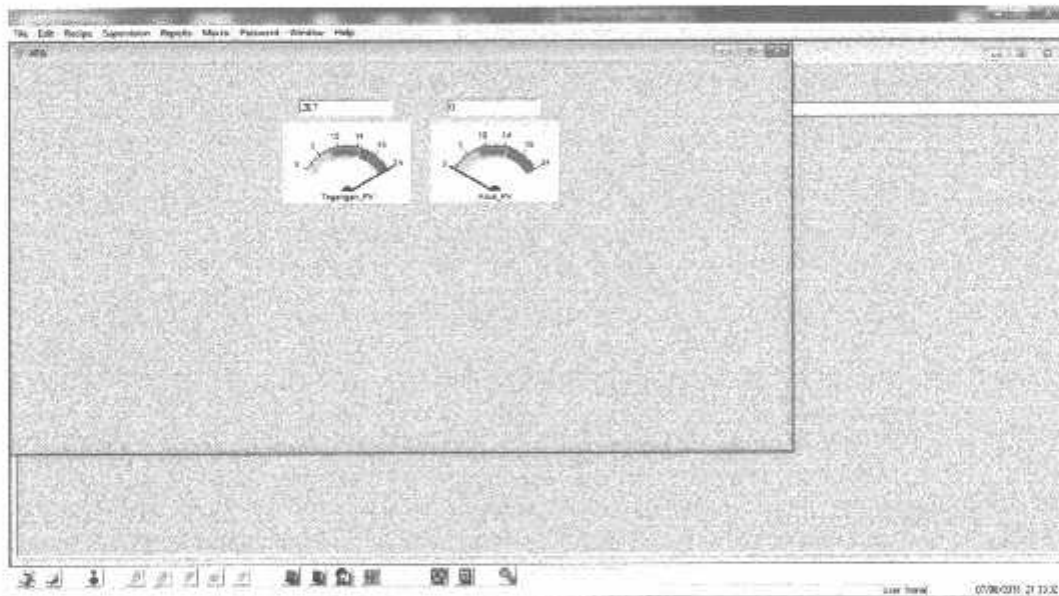
##### 4.4.2. Langkah – Langkah Pengujian

1. Hubungkan Xbee master dengan *Personal Computer (Scada)* menggunakan kabel data USB;
2. Upload program untuk pengujian keseluruhan sistem;
3. Nyalakan semua sistem;

### 4.4.3. Hasil Pengujian



Gambar 4. 11 Tampilan Scada Wind Simulator



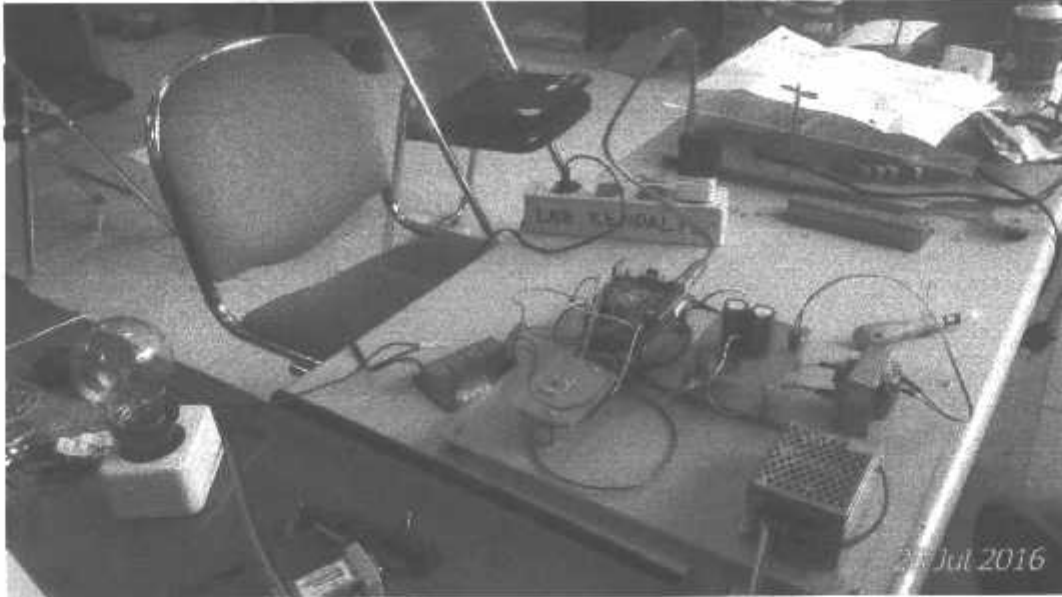
Gambar 4. 12 Tampilan Scada Wind Simulator



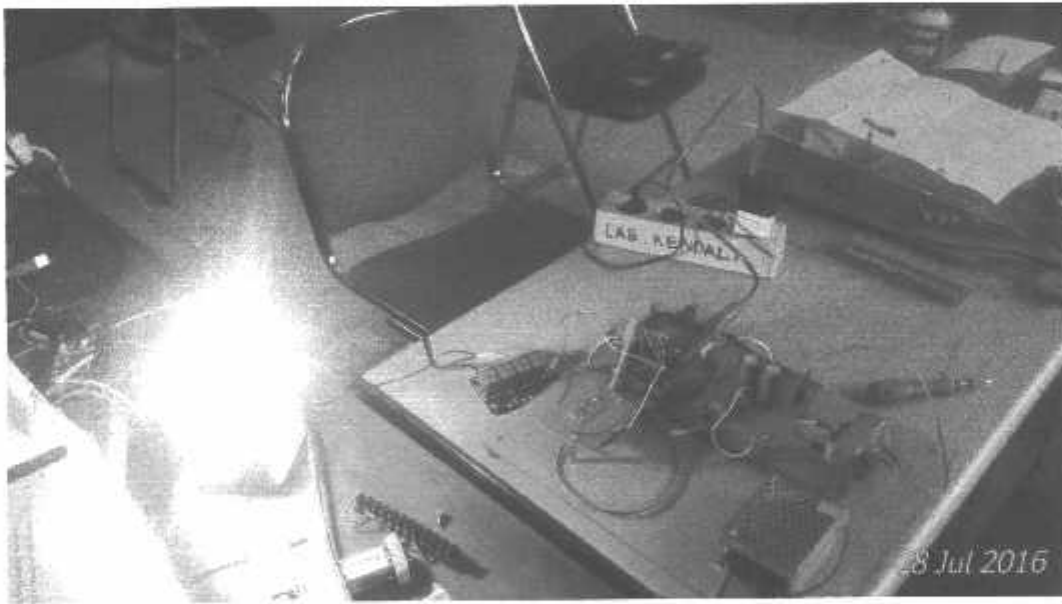
**Gambar 4. 13 Pengujian PV Solar**



**Gambar 4. 14 Pengujian Wind Simulator**



**Gambar 4. 15 Pengujian Kontrol Beban Lampu Off**



**Gambar 4. 16 Pengujian Kontrol Beban Lampu On**

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan perancangan, pengujian, dan analisa sistem. Maka dapat disimpulkan beberapa hal yang dapat digunakan untuk perbaikan dan pengembangan selanjutnya, yaitu:

1. Pada komunikasi Xbee slave PV Solar Sel ke personal komputer (Scada) bisa menampilkan data informasi berupa tegangan dan arus.
2. Pada komunikasi Xbee slave Wind simulator ke personal komputer (Scada) bisa menampilkan data informasi berupa tegangan dan arus.
3. Pengiriman data sensor menggunakan Xbee yang mampu mengirim secara jarak jauh, 40 meter dengan banyak halangan komunikasi bisa berhenti.
4. Presentase error rata-rata pada pengujian sensor tegangan 0,029% dan sensor arus 1% pada jarak 1 meter.
5. Presentase error rata-rata pada pengujian sensor tegangan 0,041% dan sensor arus 1% pada jarak 10 meter.
6. Presentase error rata-rata pada pengujian sensor tegangan 0,1054% dan sensor arus 1% pada jarak 20 meter.
7. Presentase error rata-rata pada pengujian sensor tegangan 0,217% dan sensor arus 1% pada jarak 40 meter.

#### **5.2 Saran**

Pembuatan skripsi ini tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kesalahan, maka dari itu agar sistem dapat menjadi lebih baik diperlukan sebuah pengembangan. Saran dari penulis antara lain sebagai berikut :

1. Pada pengembangan selanjutnya perlu dipertimbangkan untuk nilai beban yang besar.
2. Menggunakan transformator sebagai filter pada rangkaian sensor tegangan.
3. Pada pembangan Xbee untuk pengiriman data bisa secara multi point.

4. Pada pengembangan selanjutnya bisa ditambahkan untuk control dan monitoring agar sistem smartgrid lebih baik.
-



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_sensor\\_network/di](https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network/di) akses pada tanggal 15 april 2016
- [2] Happy Prasctiyono, Smart Meter Menggunakan IC ADE7753 Dengan Koneksi Wireless Untuk Pengukur Daya Listrik Pada Sistem Smart Grid, ITN Malang 2014
- [3] [www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560/di](http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560/di) akses pada tanggal 15 april 2016
- [4] <https://www.sparkfun.com/datasheets/.../XBee-Datasheet.pdf/di> akses pada tanggal 15 april 2016
- [5] Ahmad Deny Andika, Poltak Sihombing, Tulus Ikhsan Nasution, Perancangan Sistem Pengukur Jarak Antara 2 Titik Wireless Xbee Pro Berdasarkan Nilai RSSI:2012 Sumatra Utara.
- [6] <https://www.sparkfun.com/datasheets/.../ACS712Datasheet.pdf/di> akses pada tanggal 15 april 2016
- [7] E. Ortjohann, O. Omari, R. Saiju, N. Hamsic, D. Morton. (2003). A simulation Model For Expandable Hybrid Power Systems. Proceedings of 2 nd European PV-Hybrid and Mini-Grid Conference. Kassel, Germany.
- [8] Aryuanto Soetedjo, Abraham Lomi, Yusuf Ismail Nakhoda, 2015. *Smart Grid Testbed using SCADA Software and Xbee Wireless Communication*, ITN Malang 2015
- [9] [www.robotshop.com/media/files/PDF/datasheet-shd005.pdf/di](http://www.robotshop.com/media/files/PDF/datasheet-shd005.pdf/di) akses pada tanggal 15 april 2016

# LAMPIRAN

---



## PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Aforesta A.C.H.S  
 NIM : 1212214  
 Semester : VIII  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro S-I  
 Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK  
                   TEKNIK ELEKTRONIKA  
                   TEKNIK KOMPUTER  
                   TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
 Alamat : Perumahan Taman Raden Intan Kav. 401


Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya             | (.....) |
| 2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja                           | (.....) |
| 3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya        | (.....) |
| 4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E    | (.....) |
| 5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan | (.....) |
| 6. Memenuhi persyaratan administrasi   | (.....) |

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas  
**Recording Teknik Elektro S-I**


  
 (.....  
 Purno Handayani)

Malang, 15 Februari 2016


Pemohon

  
 (.....  
 Aforesta A.C.H.S)

**Disetujui**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro S-I**

  
**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
**NIP. P. 1030100358**

**Mengetahui**  
**Dosen Wali**

  
 (.....)

**Catatan:**

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Jurusan T. elektro S-I


1. IPK 4.00.5 / 130 = 3.55  
 2. 130

BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : *TEKNIK ELEKTRONIKA*


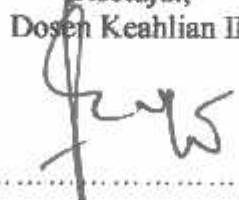


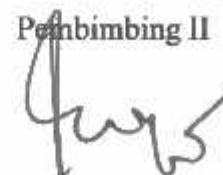
Tanggal : *29-2-2016*

1.	NIM	<i>1212214</i>
2.	Nama	<i>AFRISTA ARMAZAH CUPRYAN HADY S</i>
3.	Judul yang diajukan	<i>Perancangan wireless sensor network menggunakan XBEE pada system MICROSRIO perancangan robot tenaga hybrid Matahari dan Akumulator</i>
4.	<u>Disetujui/Ditolak</u> *	
5.	Catatan:	
6.	Pembimbing yang diusulkan:	<ol style="list-style-type: none"><li><i>Dr. Eng Arsyand ST, MT.</i></li><li><i>Dr. Eng Nurcahyo, MT</i></li></ol>
Menyetujui		
1. Koordinator Dosen Kelompok Keahlian		
		
<i>(Dr. F. Indri C, ST, MT)</i>		

\* : Coret yang tidak perlu



## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

<b>KONSENTRASI</b>		T. ELEKTRONIKA S1		
1.	Nama Mahasiswa	Afaresta Arrazar Cupryan Hady S.	NIM	1212214
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
	Pelaksanaan	16 Maret 2016		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang *)				
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Embedded System	i. Sistem Informasi	
	b. Konversi Energi	f. Antar Muka	j. Jaringan Komputer	
	c. Sistem Kendali	g. Elektronika Telekomunikasi	k. Web	
	d. Tegangan Tinggi	h. Elektronika Instrumentasi	l. Algoritma Cerdas	
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Perancangan Wireless Sensor Network Menggunakan X BEE Pada Sistem Microgrid Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Mathari dan ANGIN		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	..... ..... .....		
6.	Catatan :	<i>smart grid diprinci</i> <i>Ubah Penamaan Block diagram</i>		
Persetujuan Judul Skripsi				
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I		Disetujui, Dosen Keahlian II	
	 M. Ibrahim Ashari, ST, MT		 Ir. Eko Nurcahyo, MT	
	Mengetahui, Ketua Jurusan  M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P. 1030100358		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing	
		Pembimbing I  DR. Agung Soetedjo, ST, MT	Pembimbing II  Ir. Eko Nurcahyo, MT	



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigurgura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 653015 Malang 66146  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-179/EL-FTI/2015

8 Maret 2016

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI (**Baru**)

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **DR. Aryunto Soetedjo, ST.MT**  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Afaresta Arrazar Cupryan Hady S.  
Nim : 1212214  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

**“ Semester Genap Tahun Akademik 2015-2016 ”**

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-179/EL-FTI/2015

8 Maret 2016

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI (Baru)

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. Eko Nurcahyo.MT  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Afaresta Arrazar Cupryan Hady S.  
Nim : 1212214  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

**" Semester Genap Tahun Akademik 2015-2016 "**

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

  
**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358



**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI**  
**SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Afaresta Arrazaq Cupryan Hady Saputra  
NIM : 1212214  
Nama Pembimbing : Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT  
Judul Skripsi : PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN XBEE PADA SYSTEM SMARTGRID  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID MATAHARI  
DAN ANGIN

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	15 April	09.00	Perancangan Smartgrid	
2	18 Mei	12.00	Komunikasi Xbee	
3	23/6/16	13.00	Proses pengujian	
4	25/6/16	12.00	Jurnal Sembras	
5	2/7/16	13.00	Program SCADA	
6	15/7/16	12.30	Revisi laporan	
7	20/8/16	11.00	Acc Jilid	





**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI**  
**SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Afaresta Arrazaq Cupryan Hady Saputra  
NIM : 1212214  
Nama Pembimbing : Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT  
Judul Skripsi : PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN XBEE PADA *SYSTEM SMARTGRID*  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID* MATAHARI  
DAN ANGIN

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

Malang, 2016

Pembimbing

Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT  
NIP. Y. 1030800417



**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI  
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Afaresta Arrazaq Cupryan Hady Saputra  
NIM : 1212214  
Nama Pembimbing : Ir. Eko Nurcahyo, MT  
Judul Skripsi : PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN XBEE PADA SYSTEM SMARTGRID  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID MATAHARI  
DAN ANGIN

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	6 Maret 2016	10.00	Mekamik Alat	Euf
2	13 April 2016	12.00	Progres Alat	Euf
3	15 April 2016	12.00	Laporan	Euf
4	14 Mei 2016	10.00	Penulisan Laporan	Euf
5	15 Mei 2016	12.00	Kendala pada Alat	Euf
6	10 Juni 2016	10.00	Revisi Jurnal Seminar hasil	Euf
7	28 Juli 2016	12.00	Revisi Laporan	Euf



**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI**  
**SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Afaresta Arrazaq Cupryan Hady Saputra  
NIM : 1212214  
Nama Pembimbing : Ir. Eko Nurcahyo, MT  
Judul Skripsi : PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN XBEE PADA SYSTEM SMARTGRID  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID MATAHARI  
DAN ANGIN

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8	15/7/16	11.00	Laporan bab 4	
9	19/8/16	01.00 PM	Acc Jilid Laporan	
10				
11				
12				
13				
14				

Malang, 2016

Pembimbing

**Ir. Eko Nurcahyo, MT**

NIP. Y. 1028700172



## FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi, perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama	:	AFAROSTA
NIM	:	1212214
Fakultas	:	Teknologi Industri
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	1. Teknik Energi Listrik *)
	:	2. Teknik Elektronika *)
	:	3. Teknik Komputer dan Informatika *)

Perbaikan meliputi :

1. Abstrak, pendahuluan, dan paragraf
2. Daftar acuan di Bab II belum ada.
3. Pengambilan gambar rapi

Catatan :

\*) Coret yang tidak diperlukan.

Malang, 28-8-2016

Dosen Penguji

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Afaresta Arrazaq Cupryan Hady Saputra  
NIM : 12.12.214  
Program Studi : T.Elektro S-1  
Konsentrasi : TeknikElektronika

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiat dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 19 Agustus 2016

Yang membuat Pernyataan,



Afaresta Arrazaq Cupryan Hady Saputra  
NIM :1212214



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

INI (PERSEREC) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 559015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : AFARESTA ARRAZAQ CUPRYAN HADY SAPUTRA  
NIM : 1212214  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1  
Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA  
Judul Skripsi : **PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK  
MENGUNAKAN XBEE PADA SYSTEM SMARTGRID  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID MATAHARI  
DAN ANGIN**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : **Senin**  
Tanggal : **8 Agustus 2016**  
Dengan Nilai : **81 (A)**

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua Majelis Penguji**

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358

**Sekretaris Majelis Penguji**

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT**  
NIP.P. 1030100361

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

**Dr. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT**  
NIP.Y.1039500274

**Penguji II**

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT**  
NIP.P. 1030100361

# RobotShop

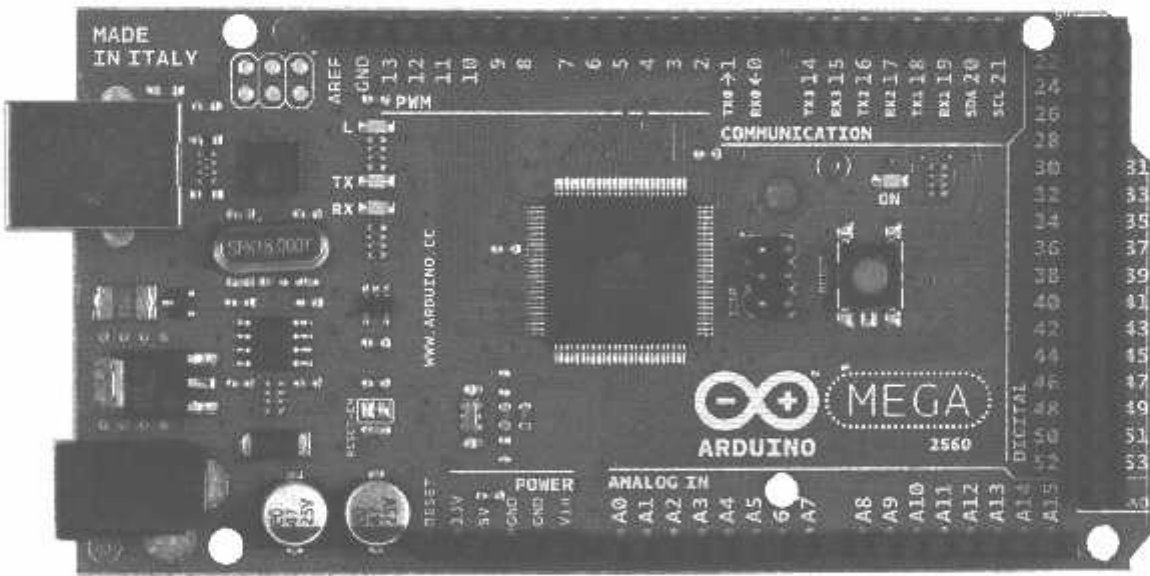
[www.robotshop.com](http://www.robotshop.com)



La robotique à votre service! - Robotics at your service!



## Arduino Mega 2560 Datasheet

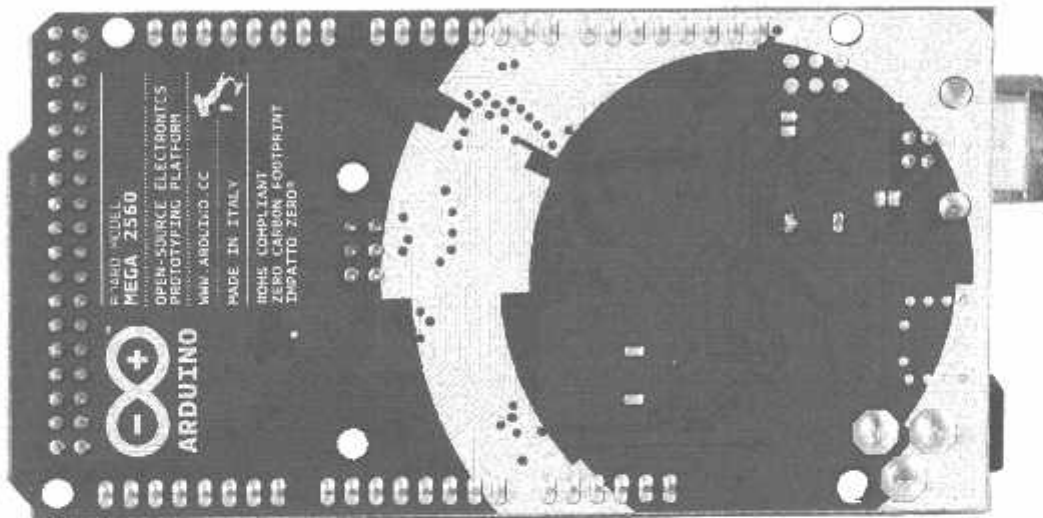




[www.robotshop.com](http://www.robotshop.com)



La robotique à votre service! - Robotics at your service!



## Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

## Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#)





[www.robotshop.com](http://www.robotshop.com)



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

## Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

## Power

The Arduino Mega can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#). The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Uno, Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH



www.robotshop.com



La robotique à votre service! - Robotics at your service!

value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

- **I<sup>2</sup>C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I<sup>2</sup>C pins on the Duemilanove or Diecimila.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and `analogReference()` function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()`.
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

## Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega2560's digital pins.

The ATmega2560 also supports I<sup>2</sup>C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a `Wire` library to simplify use of the I<sup>2</sup>C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

## Programming

The Arduino Mega can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It



[www.robotshop.com](http://www.robotshop.com)



**La robotique à votre service! - Robotics at your service!**

communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)). You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega2560 contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

## USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega2560 has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

## Physical Characteristics and Shield Compatibility

---



[www.robotshop.com](http://www.robotshop.com)



**La robotique à votre service! - Robotics at your service!**

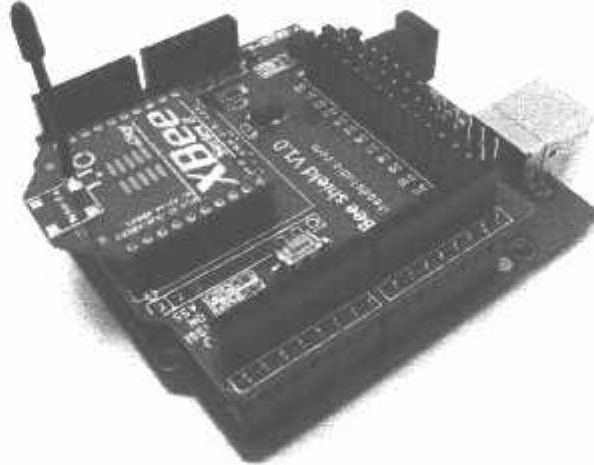
The maximum length and width of the Mega2560 PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega2560 is designed to be compatible with most shields designed for the Uno, Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega2560 and Duemilanove / Diecimila. *Please note that I2C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).*

# XBee Shield V1.1

## -XBee module to Serial Port Module Shield

### Overview



XBee Shield V1.1 is an enhanced serial port XBee module breakout board, it's compatible with Arduino and IFLAT-32, it can directly plug in with Arduino/IFLAT-32 board, and use any pin of the basic board to connect with the XBee module serial port.

### Features

- Double shield interfaces compatible with Arduino or IFlat-32 for easy cascading
- 3 indicator (ON/SLEEP, RSSI, ASS)\* LED for XBee
- Provide maximal 500mA under 3.3V
- Full 2.54mm break out for XBee
- Switchable of communication with FTDI-USB or Arduino with HardwareSerial or SoftwareSerial

\*RSSI: Receiver Signal Strength Indication

ASS : Association

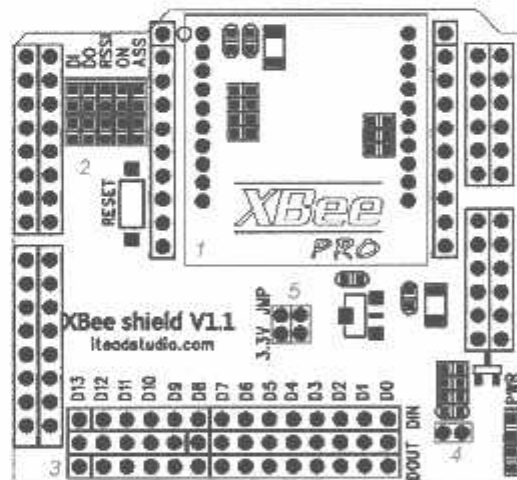
## Specifications

PCB size	54.9mm X 58.8mm X 1.6mm
Indicators	PWR State, DI, DO, RSSI, ON, ASS
Power supply	5V DC
Communication Protocol	UART/XBee
RoSH	Yes

## Electrical Characteristics

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage	4.5	5	5.5	VDC
Input Voltage VH:	4.5	5	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.5	V
Current Consumption	-	20	40	mA

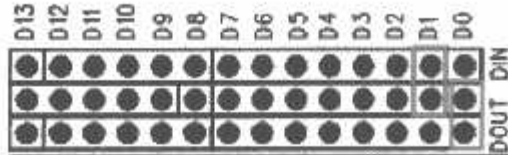
## Hardware



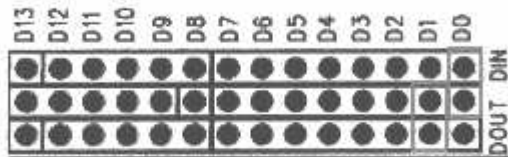
Zone	Description
1	XBee Socket
2	Indication LED
3	Serial communication pin select
4	Wireless program Arduino jumper
5	3.3V operation voltage jumper(When operated in 3.3V, install the jumper)

## Installation

In zone 3, two jumpers are set to connect XBee\_DIN, XBee\_DOUT to Digital pin of Arduino. When XBee communicate to Arduino hardware serial ports, set the jumper connect DIN to D1, DOUT to D0.



When XBee communicate to FTDI-232 hardware serial ports, set the jumper connect DIN to D0, DOUT to D1.



When XBee communicate to Arduino software serial ports, set the jumper connect DIN to D2~13, DOUT to D2~D13 by the setting from the code.

The SoftwareSerial of Arduino link: <http://arduino.cc/en/Reference/SoftwareSerial>

## Wireless Arduino program upload by XBee

XBee shield support program Arduino platform by wireless. Only XB24 series support wireless Arduino program.

- 1) Set the jumper connecting
- 2) Configure the Transmitter and the receiver as the Ladyada website  
<http://ladyada.net/make/xbee/arduino.html>
- 3) After configuration plug the receive XBee module into XBee shield socket
- 4) Plug the Transmit XBee shield into Foca 2.0  
[http://iteadstudio.com/store/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=18&products\\_id=94](http://iteadstudio.com/store/index.php?main_page=product_info&cPath=18&products_id=94))
- 5) Upload the program to transmitter XBee and wireless programming will begin

## Revision History

Rev.	Description	Release date
V1.0	Initial version	2011-3-17
V1.1	Update for Xbee shield v1.1 version	2011-8-15





EMBEDDED RF  
MODULES FOR OEMS



# BEE® 802.15.4 F MODULES

Low-cost, easy-to-deploy modules provide critical point-to-point connectivity to devices and sensors

XBee 802.15.4 RF modules provide OEMs with a common footprint shared by multiple platforms, including multipoint ZigBee/Mesh topologies, and both 2.4 GHz and 900 MHz versions. OEMs deploying the XBee can substitute one XBee for another, depending upon dynamic application needs, with minimal development, reduced risk and shorter time-to-market.

XBee 802.15.4 RF modules are ideal for applications requiring consistency and predictable communication timing. Providing robust communication in point-to-point, peer-to-peer, multipoint/star configurations, XBee 802.15.4 products

enable robust end-point connectivity with ease. Whether deployed as a pure cable replacement for simple serial communication, or as part of a more complex hub-and-spoke network of sensors, XBee 802.15.4 RF modules maximize performance and ease of development.

XBee 802.15.4 modules seamlessly interface with compatible gateways, device adapters and range extenders, providing developers with true beyond-the-horizon connectivity.

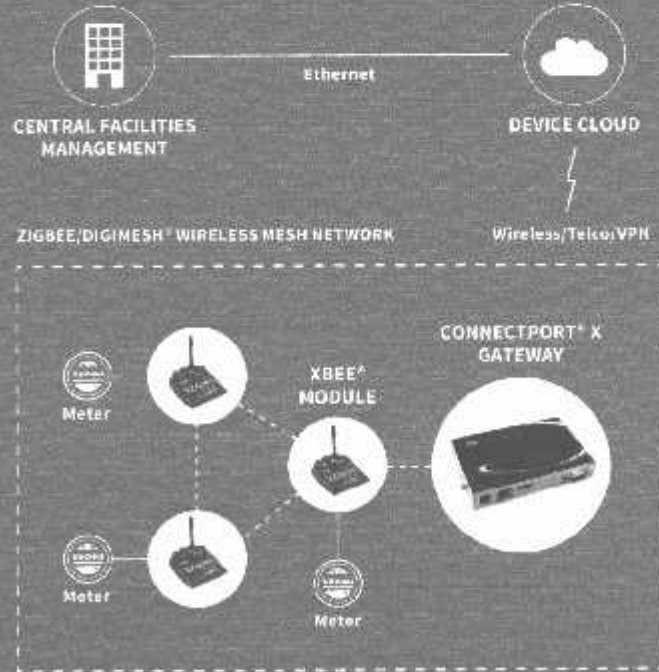
## FEATURES

- Point-to-multipoint network topology
- 2.4 GHz for worldwide deployment
- 900 MHz for long-range deployment
- Seamlessly interoperable with other other Digi networking products, including gateways, device adapters and range extenders
- Common XBee footprint for a variety of RF modules
- Low-power sleep modes
- Multiple antenna options
- Industrial temperature rating (-40° C to 85° C)

## RELATED PRODUCTS



## APPLICATION EXAMPLE



# SPECIFICATIONS

XBee® 802.15.4

XBee PRO® 802.15.4

## PERFORMANCE

DATA RATE	250 kbps	250 kbps
RURAL/URBAN RANGE	100 ft (30 m)	300 ft (100 m)
INDOOR/RF LINE-OF-SIGHT RANGE	300 ft (100 m)	1 mi (1.6 km)
TRANSMIT POWER	1 mW (+0 dBm)	60 mW (+18 dBm)*
RECEIVER SENSITIVITY (1% PER)	-92 dBm	-100 dBm

## FEATURES

DATA INTERFACE	3.3V CMOS UART
CONFIGURATION METHOD	API or AT Commands, local or over the air
FREQUENCY BAND	2.4 GHz
INTERFERENCE IMMUNITY	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
MINIMUM DATA RATE	1200 bps - 250 kbps
ANALOG INPUTS	(6) 10-bit ADC inputs
DIGITAL I/O	8
ANTENNA OPTIONS	Chip, Wire Whip, L-FEED, & RPSMA

## WORKING & SECURITY

CRYPTOGRAPHY	128-bit AES
RELIABLE PACKET DELIVERY	Retries/Acknowledgments
CHANNELS	PAN ID, 64-bit IEEE MAC, 16 Channels

## POWER REQUIREMENTS

OPERATING VOLTAGE	2.8 - 3.4VDC	2.8 - 3.4VDC
TRANSMIT CURRENT	45 mA @ 3.3VDC	215 mA @ 3.3VDC
RECEIVE CURRENT	50 mA @ 3.3VDC	55 mA @ 3.3VDC
STANDBY CURRENT	<10 uA @ 25° C	

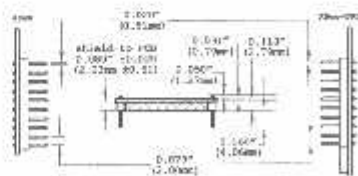
## CERTIFICATION APPROVALS

FCC (USA)	OUR XBEE	OUR XBEE PRO
FCC (NADA)	42114A-XBEE	42114A-XBEE PRO
CE (EUROPE)	Yes	Yes - Max TX 10 mW
ACMA (AUSTRALIA)	Yes	
VCCI (JAPAN)	Yes	

2.15.4 - Star



(Side Views)



(Top View)

(Top View)



PART NUMBERS	DESCRIPTION
AT-WWC	Wireless Connectivity Kit w/ XBee 802.15.4
AT-WWG	XBee/Arduino Compatible Coding Platform
AWI-001	XBee 802.15.4 low-power module w/ wire antenna
API-001	XBee 802.15.4 low-power module w/ PCB antenna
AUI-001	XBee 802.15.4 low-power module w/ U.fl connector
ASI-001	XBee 802.15.4 low-power module w/ RPSMA connector
-AWI-001	XBee-PRO 802.15.4 extended-range module w/ wire antenna
-AWI-001J	XBee-PRO 802.15.4 extended-range module w/ wire antenna (International)
-AUI-001	XBee-PRO 802.15.4 extended-range module w/ U.fl connector
-AUI-001J	XBee-PRO 802.15.4 extended-range module w/ U.fl connector (International)
-ASI-001	XBee-PRO 802.15.4 extended-range module w/ RPSMA connector
-ASI-001J	XBee-PRO 802.15.4 extended-range module w/ RPSMA connector (International)
-API-001	XBee-PRO 802.15.4 extended-range module w/ PCB antenna
-API-001J	XBee-PRO 802.15.4 extended-range module w/ PCB antenna (International)

FOR MORE INFORMATION  
PLEASE VISIT [WWW.DIGI.COM](http://WWW.DIGI.COM)



**WARRANTY AND SUPPORT** / You can purchase with confidence knowing that Digi is available to serve you with expert technical support and our industry-leading warranty. For detailed information visit [www.digi.com/support](http://www.digi.com/support).

©2015 Digi International Inc. All rights reserved.  
All trademarks are the property of their respective owners.

91001412  
C1/915

**DIGI INTERNATIONAL WORLDWIDE HQ**  
877-912-3444 / 952-912-3444 / [www.digi.com](http://www.digi.com)

**DIGI INTERNATIONAL FRANCE**  
+33 1 55 61 98 98 / [www.digi.fr](http://www.digi.fr)

**DIGI INTERNATIONAL JAPAN**  
+81-3-5428-0261 / [www.digi-intl.co.jp](http://www.digi-intl.co.jp)

**DIGI INTERNATIONAL SINGAPORE**  
+65 6213 5380

**DIGI INTERNATIONAL CHINA**  
+86 21 50497199 / [www.digi.com.cn](http://www.digi.com.cn)



**Application (continued)**

operate at up to 5× overcurrent conditions. The terminals of the current sense path are electrically isolated from the signal leads (pins 1 and 8). This allows the ACS712 to be used in applications requiring high 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.

**Ordering Guide**

Part Number	Packing*	T <sub>A</sub> (°C)	Optimized Range, I <sub>p</sub> (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
2ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
2ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
2ELCTR-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
Voltage	V <sub>CC</sub>		8	V
Supply Voltage	V <sub>RCC</sub>		-0.1	V
Voltage	V <sub>IOUT</sub>		8	V
Output Voltage	V <sub>RIOUT</sub>		-0.1	V
Current Source	I <sub>IOUT(SOURCE)</sub>		3	mA
Current Sink	I <sub>IOUT(SINK)</sub>		10	mA
Current Transient Tolerance	I <sub>p</sub>	1 pulse, 100 ms	100	A
Operating Ambient Temperature	T <sub>A</sub>	Range E	-40 to 85	°C
Maximum Junction Temperature	T <sub>J(max)</sub>		165	°C
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>		-65 to 170	°C

**Electrical Characteristics**

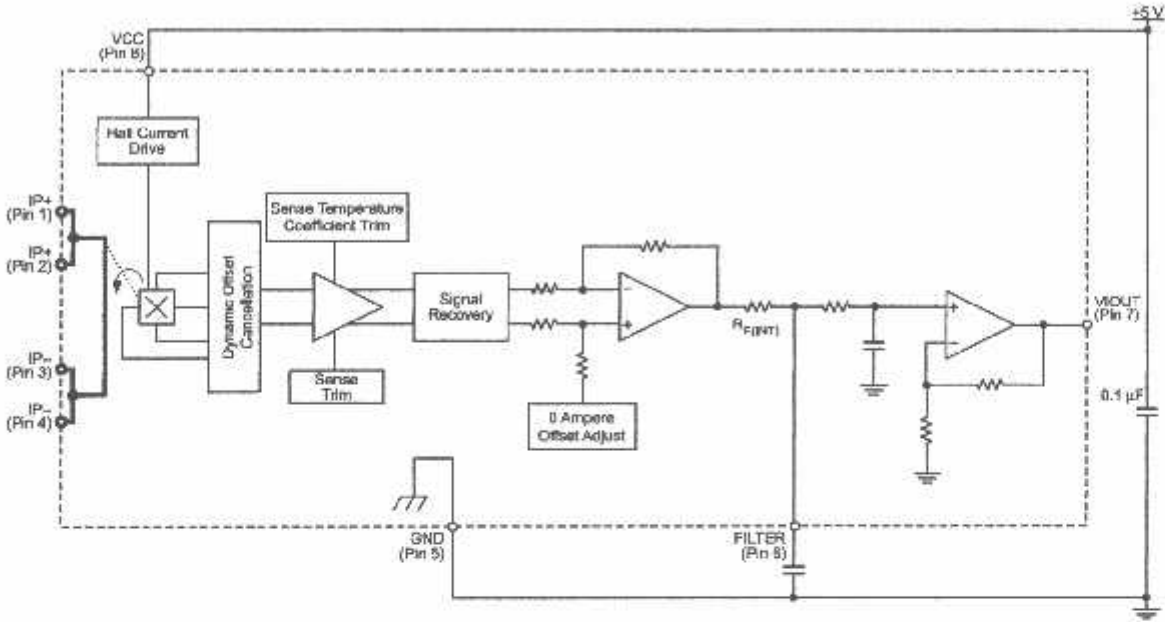
Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Unit
Dielectric Strength Test Voltage*	V <sub>ISO</sub>	Agency type-tested for 60 seconds per UL standard 60950-1, 1st Edition	2100	VAC
Voltage for Basic Isolation	V <sub>WFSI</sub>	For basic (single) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	354	VDC or V <sub>pk</sub>
Voltage for Reinforced Isolation	V <sub>WFRI</sub>	For reinforced (double) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	184	VDC or V <sub>pk</sub>

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

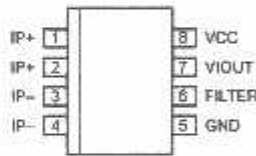
Parameter	Specification
Dielectric Electric Shock	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03 UL 60950-1:2003 EN 60950-1:2001



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	VIOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal

**NON OPERATING CHARACTERISTICS<sup>1</sup>** 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
<b>GENERAL CHARACTERISTICS</b>						
Voltage	$V_{CC}$		4.5	5.0	5.5	V
Current	$I_{CC}$	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	–	10	13	mA
Capacitance Load	$C_{LOAD}$	VIOUT to GND	–	–	10	nF
Resistive Load	$R_{LOAD}$	VIOUT to GND	4.7	–	–	k $\Omega$
Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1.2	–	m $\Omega$
Turn-on Time	$t_r$	$I_p = I_p(\text{max})$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $C_{OUT} = \text{open}$	–	3.5	–	$\mu\text{s}$
Frequency Bandwidth	$f$	–3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$ ; $I_p$ is 10 A peak-to-peak	–	80	–	kHz
Linearity	$E_{LIN}$	Over full range of $I_p$	–	1.5	–	%
Supply Rejection	$E_{SYM}$	Over full range of $I_p$	98	100	102	%
Output Current Voltage	$V_{I(OUT)}$	Bidirectional, $I_p = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	$V_{CC} \times 0.5$	–	V
Settle Time	$t_{PO}$	Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$ , 20 A present on leadframe	–	35	–	$\mu\text{s}$
Common Mode Coupling <sup>2</sup>			–	12	–	G/A
Filter Resistance <sup>3</sup>	$R_{F(INT)}$			1.7		k $\Omega$

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.

0.1 mT.

forms an RC circuit via the FILTER pin.

**MECHANICAL THERMAL CHARACTERISTICS<sup>1</sup>**

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

Additional thermal information is available on the Allegro website.

The Allegro evaluation board has 1500 mm<sup>2</sup> of 2 oz. copper on each side, connected to pins 1 and 2, and to pins 3 and 4, with thermal vias connecting the copper 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.



**PERFORMANCE CHARACTERISTICS<sup>1</sup>**  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $C_F = 1\text{ nF}$ , and  $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Rated Accuracy Range	$I_P$		-5	-	5	A
Linearity	Sens	Over full range of $I_P$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	180	185	190	mV/A
	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^\circ\text{C}$ , 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$ , $C_{\text{OUT}} = \text{open}$ , 2 kHz bandwidth	-	21	-	mV
Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $25^\circ\text{C}$	-	-0.28	-	mV/°C
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to $150^\circ\text{C}$	-	-0.08	-	mV/°C
Linearity Slope	$\Delta\text{Sens}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $25^\circ\text{C}$	-	0.054	-	mV/A/°C
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to $150^\circ\text{C}$	-	-0.008	-	mV/A/°C
Output Error <sup>2</sup>	$E_{\text{TOT}}$	$I_P = \pm 5\text{ A}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

<sup>1</sup> may be operated at higher primary current levels,  $I_P$ , and ambient temperatures,  $T_A$ , provided that the Maximum Junction Temperature,  $T_{J(\text{max})}$ , is not exceeded.

<sup>2</sup> range of  $I_P$ , with  $I_P = 5\text{ A}$ . Output filtered.

**PERFORMANCE CHARACTERISTICS<sup>1</sup>**  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $C_F = 1\text{ nF}$ , and  $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Rated Accuracy Range	$I_P$		-20	-	20	A
Linearity	Sens	Over full range of $I_P$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	96	100	104	mV/A
	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^\circ\text{C}$ , 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$ , $C_{\text{OUT}} = \text{open}$ , 2 kHz bandwidth	-	11	-	mV
Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $25^\circ\text{C}$	-	-0.34	-	mV/°C
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to $150^\circ\text{C}$	-	-0.07	-	mV/°C
Linearity Slope	$\Delta\text{Sens}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $25^\circ\text{C}$	-	0.017	-	mV/A/°C
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to $150^\circ\text{C}$	-	-0.004	-	mV/A/°C
Output Error <sup>2</sup>	$E_{\text{TOT}}$	$I_P = \pm 20\text{ A}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

<sup>1</sup> may be operated at higher primary current levels,  $I_P$ , and ambient temperatures,  $T_A$ , provided that the Maximum Junction Temperature,  $T_{J(\text{max})}$ , is not exceeded.

<sup>2</sup> range of  $I_P$ , with  $I_P = 20\text{ A}$ . Output filtered.

**PERFORMANCE CHARACTERISTICS<sup>1</sup>**  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $C_F = 1\text{ nF}$ , and  $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Rated Accuracy Range	$I_P$		-30	-	30	A
Linearity	Sens	Over full range of $I_P$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	63	66	69	mV/A
	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^\circ\text{C}$ , 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$ , $C_{\text{OUT}} = \text{open}$ , 2 kHz bandwidth	-	7	-	mV
Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $25^\circ\text{C}$	-	-0.35	-	mV/°C
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to $150^\circ\text{C}$	-	-0.08	-	mV/°C
Linearity Slope	$\Delta\text{Sens}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $25^\circ\text{C}$	-	0.007	-	mV/A/°C
		$T_A = 25^\circ\text{C}$ to $150^\circ\text{C}$	-	-0.002	-	mV/A/°C
Output Error <sup>2</sup>	$E_{\text{TOT}}$	$I_P = \pm 30\text{ A}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

<sup>1</sup> may be operated at higher primary current levels,  $I_P$ , and ambient temperatures,  $T_A$ , provided that the Maximum Junction Temperature,  $T_{J(\text{max})}$ , is not exceeded.

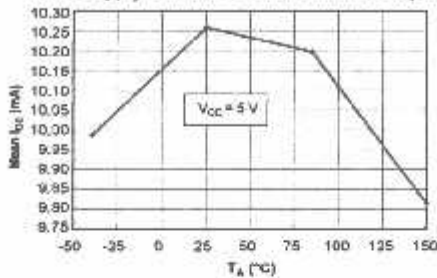
<sup>2</sup> range of  $I_P$ , with  $I_P = 30\text{ A}$ . Output filtered.



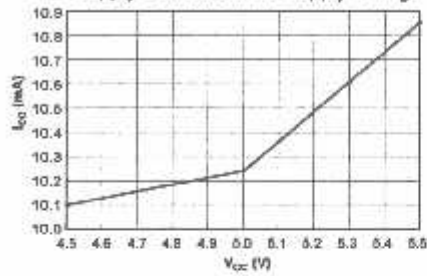
Characteristic Performance

$I_p = 5$  A, unless otherwise specified

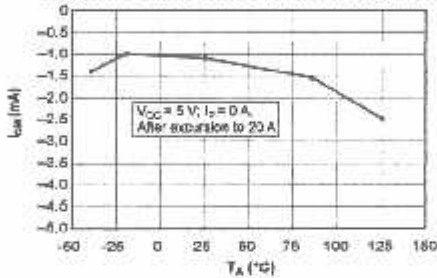
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



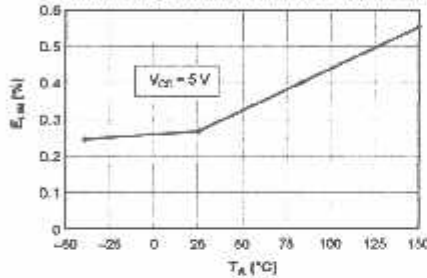
Supply Current versus Supply Voltage



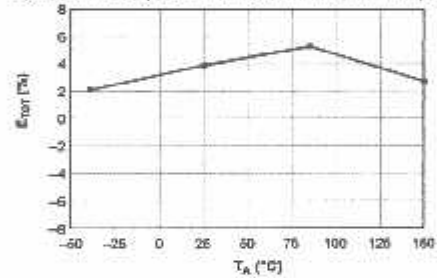
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



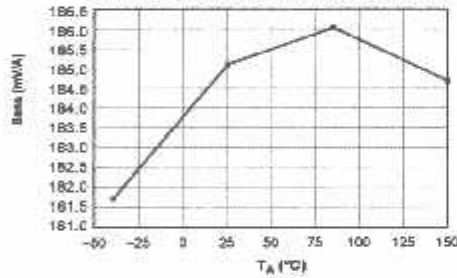
Nonlinearity versus Ambient Temperature



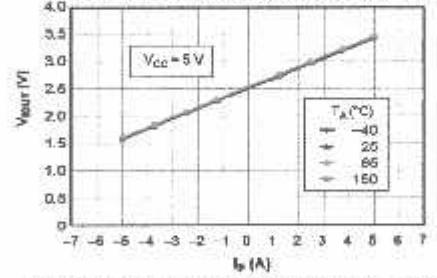
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



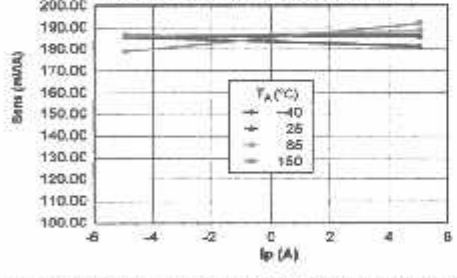
Sensitivity versus Ambient Temperature



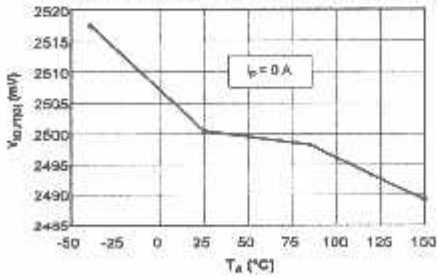
Output Voltage versus Sensed Current



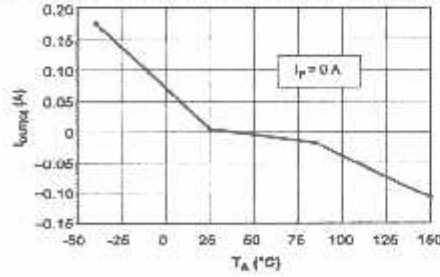
Sensitivity versus Sensed Current



0 A Output Voltage versus Ambient Temperature



0 A Output Voltage Current versus Ambient Temperature

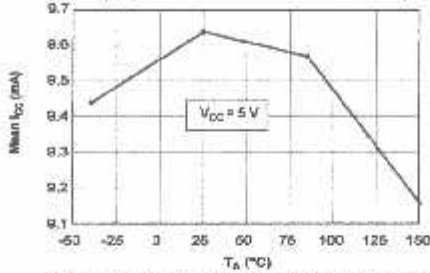




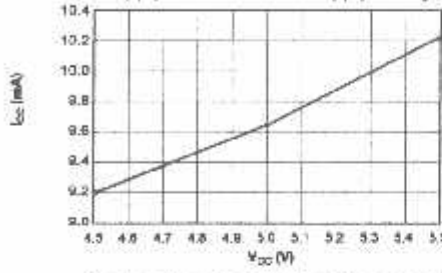
Characteristic Performance

$I_p = 20\text{ A}$ , unless otherwise specified

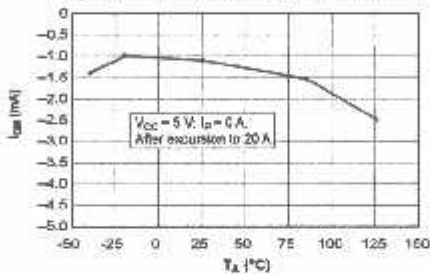
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



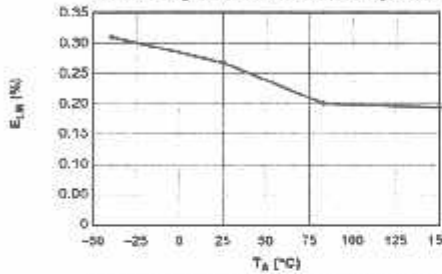
Supply Current versus Supply Voltage



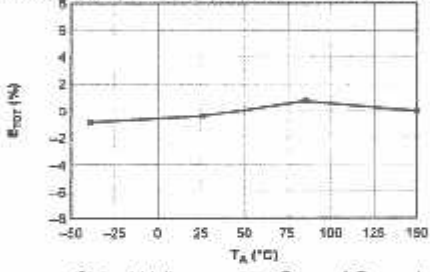
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



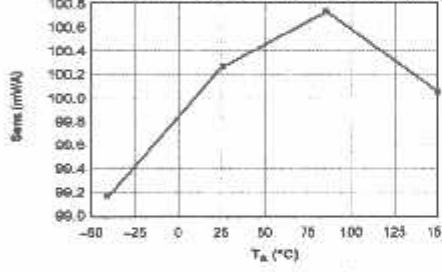
Nonlinearity versus Ambient Temperature



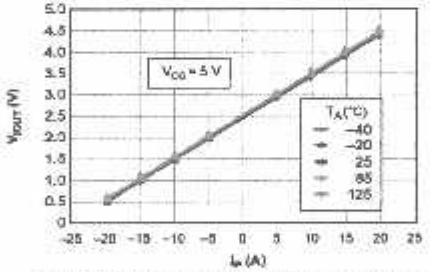
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



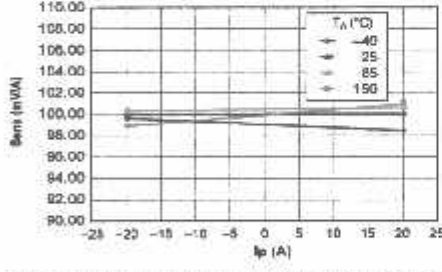
Sensitivity versus Ambient Temperature



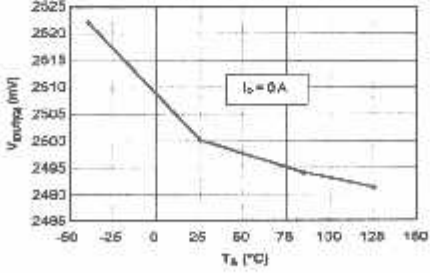
Output Voltage versus Sensed Current



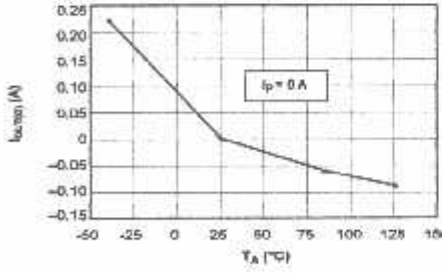
Sensitivity versus Sensed Current



0 A Output Voltage versus Ambient Temperature



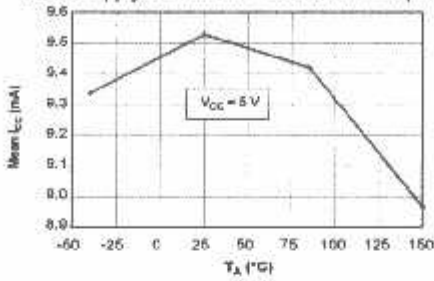
0 A Output Voltage Current versus Ambient Temperature



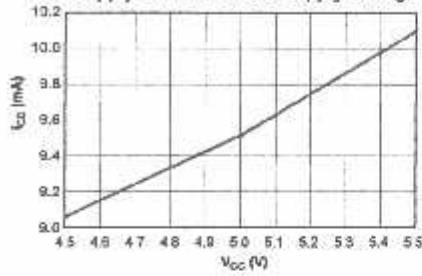
Characteristic Performance

$I_p = 30\text{ A}$ , unless otherwise specified

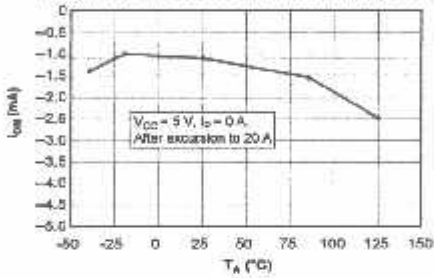
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



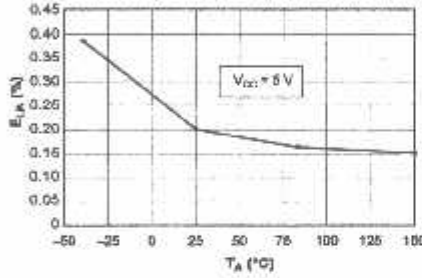
Supply Current versus Supply Voltage



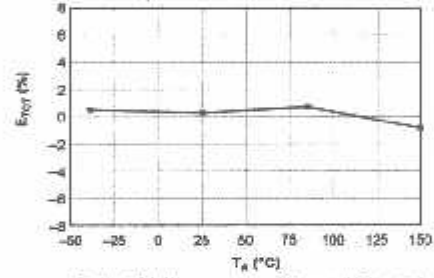
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



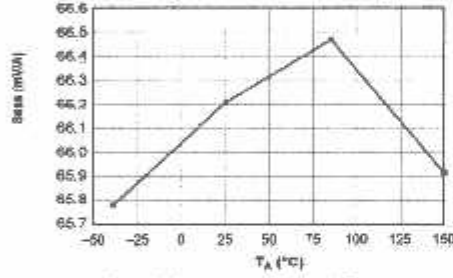
Nonlinearity versus Ambient Temperature



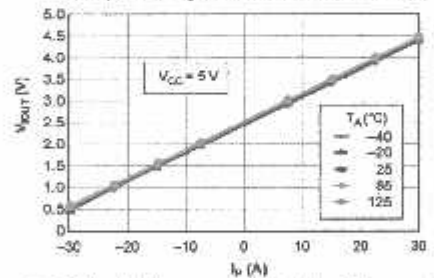
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



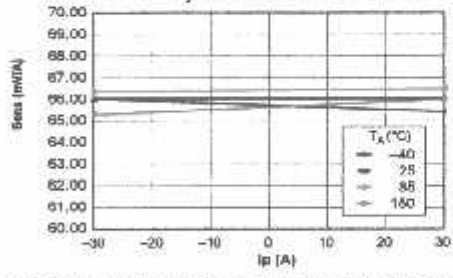
Sensitivity versus Ambient Temperature



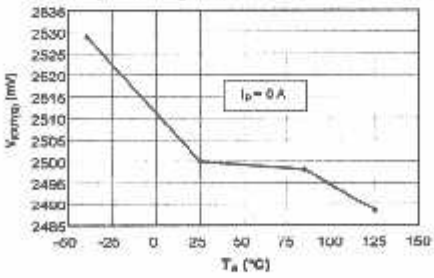
Output Voltage versus Sensed Current



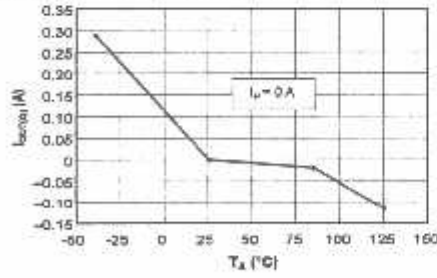
Sensitivity versus Sensed Current



0 A Output Voltage versus Ambient Temperature



0 A Output Voltage Current versus Ambient Temperature



### Conditions of Accuracy Characteristics

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

**Noise Floor (V<sub>NOISE</sub>).** The product of the linear IC amplifier gain and the noise floor for the Allegro Hall effect linear IC. 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 can resolve.

**Linearity (E<sub>LIN</sub>).** The degree to which the voltage output from the device varies in direct proportion to the primary current through the 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 error:

$$1 - \left[ \frac{\Delta \text{gain} \times \% \text{ sat} (V_{\text{IOUT\_full-scale amperes}} - V_{\text{IOUT(Q)}})}{2 (V_{\text{IOUT\_half-scale amperes}} - V_{\text{IOUT(Q)}})} \right]$$

$V_{\text{IOUT\_full-scale amperes}}$  = the output voltage (V) when the primary current approximates full-scale  $\pm I_p$ .

**Symmetry (E<sub>SYM</sub>).** 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:

$$100 \left( \frac{V_{\text{IOUT\_+full-scale amperes}} - V_{\text{IOUT(Q)}}}{V_{\text{IOUT(Q)}} - V_{\text{IOUT\_full-scale amperes}}} \right)$$

**Zero-current output voltage (V<sub>IOUT(Q)</sub>).** The output of the device when the primary current is zero. For a unipolar supply voltage, the output voltage typically remains at  $V_{CC}/2$ . Thus,  $V_{CC} = 5 \text{ V}$  translates into  $V_{\text{IOUT(Q)}} = 2.5 \text{ V}$ . Variation in  $V_{\text{IOUT(Q)}}$  can be attributed to the variation in the Allegro linear IC quiescent voltage trim and drift.

**Offset voltage (V<sub>OFF</sub>).** The deviation of the device output from its ideal quiescent value of  $V_{CC}/2$  due to nonmagnetic components. To convert this voltage to amperes, divide by the device sensitivity, Sens.

**Accuracy (E<sub>TOT</sub>).** The accuracy represents the maximum deviation of the actual output from its ideal value. This is also known as 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  $\Delta$  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  $\Delta$  temperature.** Accuracy at the full-scale current flow including temperature effects.

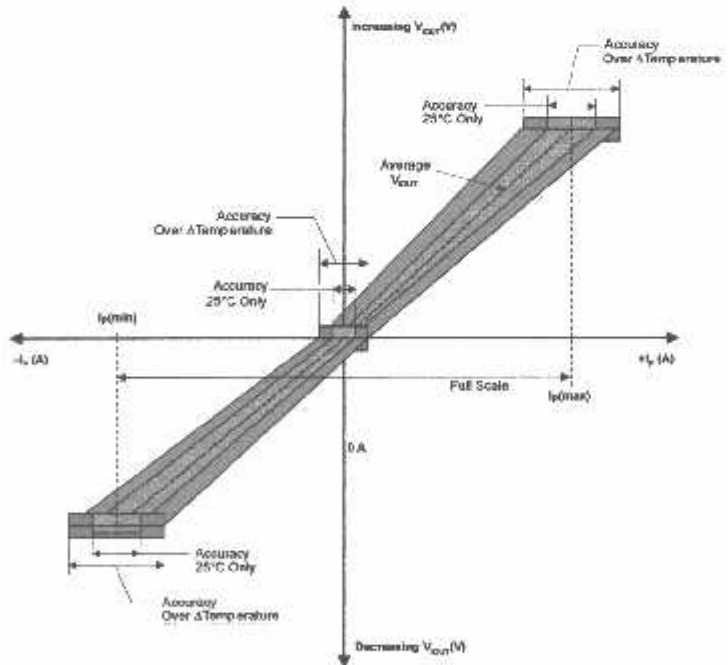
**Ratiometry.** The ratiometric feature means that its 0 A output,  $V_{\text{IOUT(Q)}}$ , (nominally equal to  $V_{CC}/2$ ) and sensitivity, Sens, are proportional to its supply voltage,  $V_{CC}$ . The following formula is used to derive the ratiometric change in 0 A output voltage,  $\Delta V_{\text{IOUT(Q)RAT}}$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

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

The ratiometric change in sensitivity,  $\Delta \text{Sens}_{\text{RAT}}$  (%), is defined as:

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

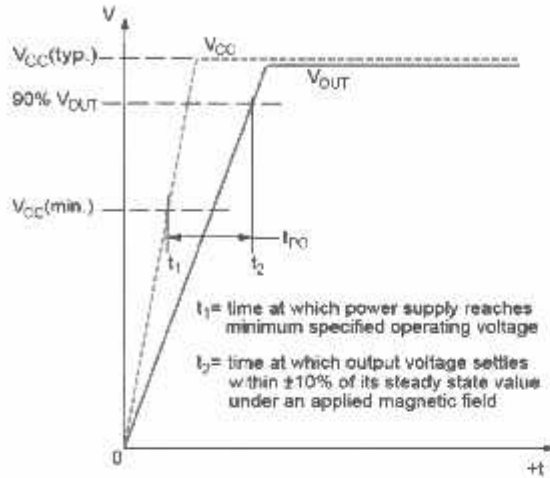
**Output Voltage versus Sampled Current  
Accuracy at 0 A and at Full-Scale Current**



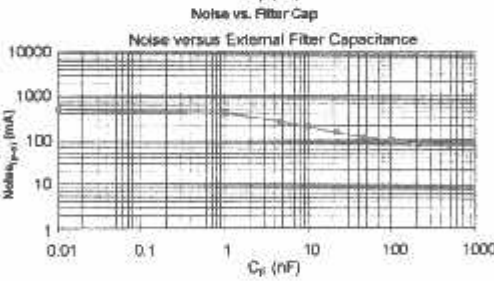
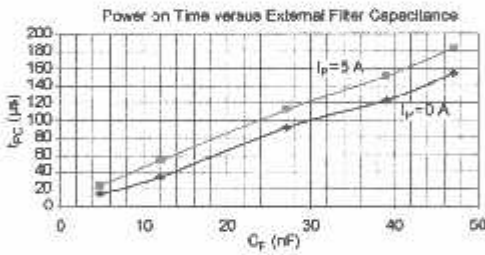
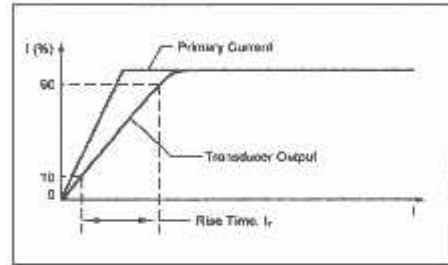
Conditions of Dynamic Response Characteristics

**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.

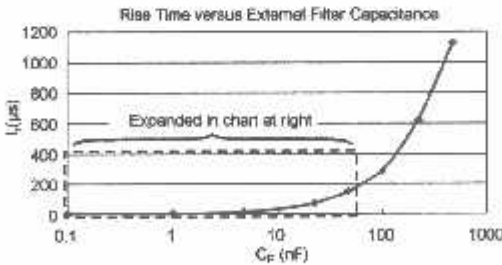
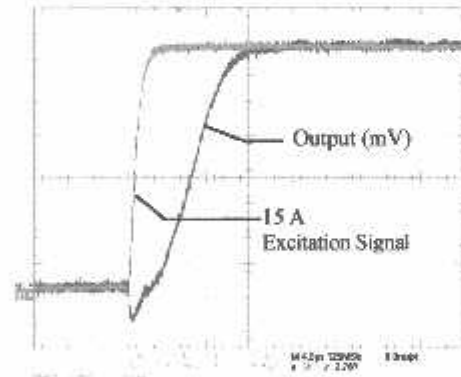
**Rise Time ( $t_r$ ).** is defined as the time it takes for the output voltage to settle within  $\pm 10\%$  of its steady state value under an applied magnetic field, after the power supply has reached its minimum specified operating voltage,  $V_{CC(min)}$ , as shown in the graph to the right.



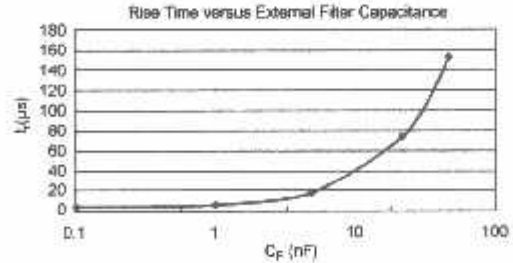
**Rise Time ( $t_r$ ).** The time interval between a) when the device output reaches 10% of its full scale value, and b) when it reaches 90% of its full scale value. The rise time to a step response is used to determine the bandwidth of the device, in which  $f(-3\text{ dB}) = 0.35/t_r$ .  $t_r$  and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



Step Response  
 $T_a = 25^\circ C$



$C_F$ (nF)	$t_r$ ( $\mu s$ )
Open	3.5
1	5.8
4.7	17.5
22	73.5
47	88.2
100	291.3
220	623
470	1120

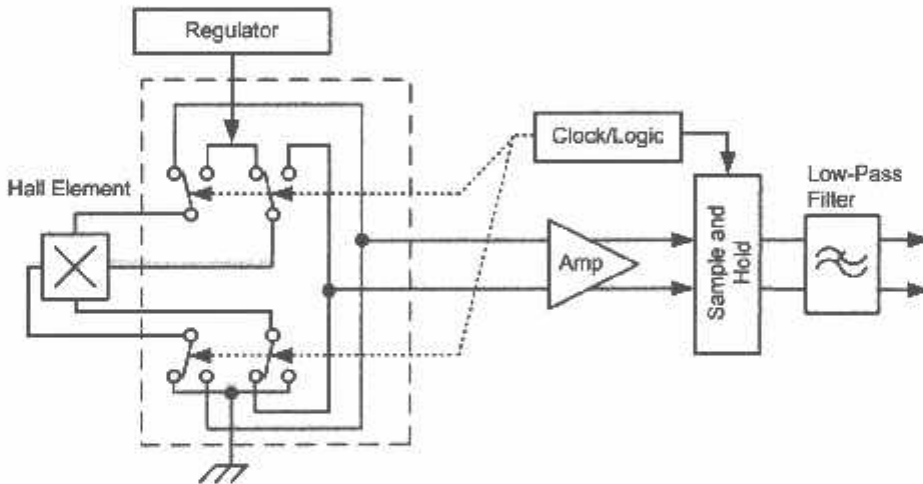


### Chopper Stabilization Technique

Chopper stabilization is an innovative circuit technique that is used to minimize the offset voltage of a Hall element and an associated on-chip amplifier. Allegro patented a Chopper Stabilization technique that nearly eliminates Hall IC output drift induced by temperature or package stress effects. This offset reduction technique is based on a signal modulation-demodulation process. Chopper modulation is used to separate the undesired DC offset signal from the magnetically induced signal in the frequency domain. After passing through a low-pass filter, the modulated DC offset is suppressed while the magnetically induced signal passes through

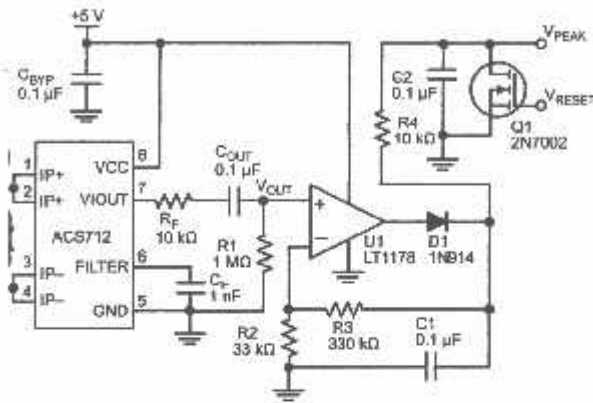
the filter. As a result of this chopper stabilization approach, the output voltage from the Hall IC is desensitized to the effects of temperature and mechanical stress. This technique produces devices that have an extremely stable Electrical Offset Voltage, are immune to thermal stress, and have precise recoverability after temperature cycling.

This technique is made possible through the use of a BiCMOS process that allows the use of low-offset and low-noise amplifiers in combination with high-density logic integration and sample and hold circuits.

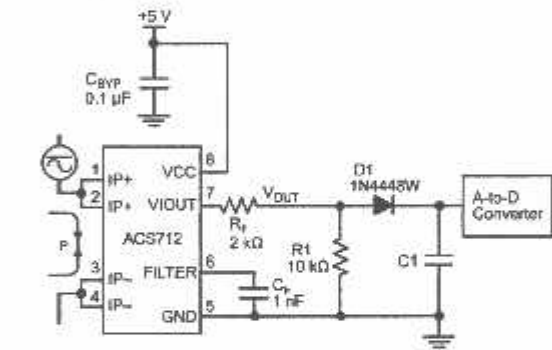


Concept of Chopper Stabilization Technique

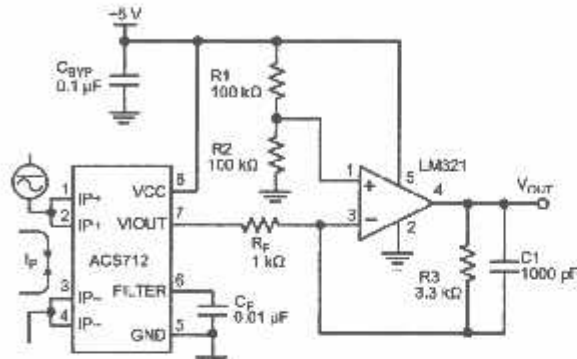
Typical Applications



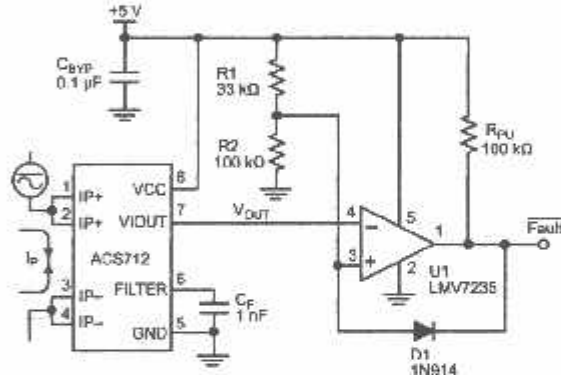
on 2. Peak Detecting Circuit



on 4. Rectified Output. 3.3 V scaling and rectification application ) converters. Replaces current transformer solutions with simpler uit. C1 is a function of the load resistance and filtering desired. e omitted if the full range is desired.



Application 3. This configuration increases gain to 810 mV/A (tested using the ACS712ELC-05A).



Application 5. 10 A Overcurrent Fault Latch. Fault threshold set by R1 and R2. This circuit latches an overcurrent fault and holds it until the 5 V rail is powered down.

Improving Sensing System Accuracy Using the FILTER Pin

In frequency sensing applications, it is often advantageous to add a simple RC filter to the output of the device. Such a filter improves the signal-to-noise ratio, and therefore the resolution, of the device output signal. However, the addition of a filter to the output of a sensor IC can result in undesirable output attenuation — even for DC signals.

Output attenuation,  $\Delta V_{ATT}$ , is a result of the resistive divider between the resistance of the external filter,  $R_F$  (see Section 6), and the input impedance and resistance of the customer interface circuit,  $R_{INTFC}$ . The transfer function of this divider is given by:

$$\Delta V_{ATT} = V_{IOUT} \left( \frac{R_{INTFC}}{R_F + R_{INTFC}} \right)$$

$R_F$  and  $R_{INTFC}$  are designed to match, the two individual resistance values will most likely drift by different amounts over

temperature. Therefore, signal attenuation will vary as a function of temperature. Note that, in many cases, the input impedance,  $R_{INTFC}$ , of a typical analog-to-digital converter (ADC) can be as low as 10 k $\Omega$ .

The ACS712 contains an internal resistor, a FILTER pin connection to the printed circuit board, and an internal buffer amplifier. With this circuit architecture, users can implement a simple RC filter via the addition of a capacitor,  $C_F$  (see Application 7) from the FILTER pin to ground. The buffer amplifier inside of the ACS712 (located after the internal resistor and FILTER pin connection) eliminates the attenuation caused by the resistive divider effect described in the equation for  $\Delta V_{ATT}$ . Therefore, the ACS712 device is ideal for use in high-accuracy applications that cannot afford the signal attenuation associated with the use of an external RC low-pass filter.

Figure 6. When a low pass filter is constructed by a standard Hall effect device, a resistive divider may exist between the filter resistor,  $R_F$ , and the resistance of the customer interface circuit,  $R_{INTFC}$ . This resistive divider will cause excessive attenuation, as shown by the transfer function for  $\Delta V_{ATT}$ .

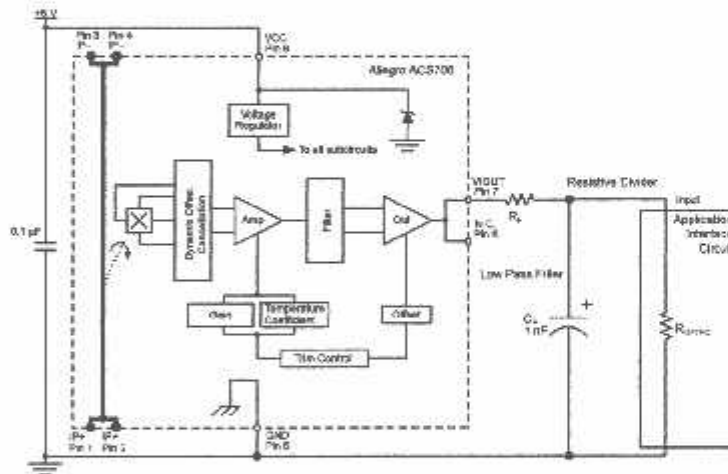
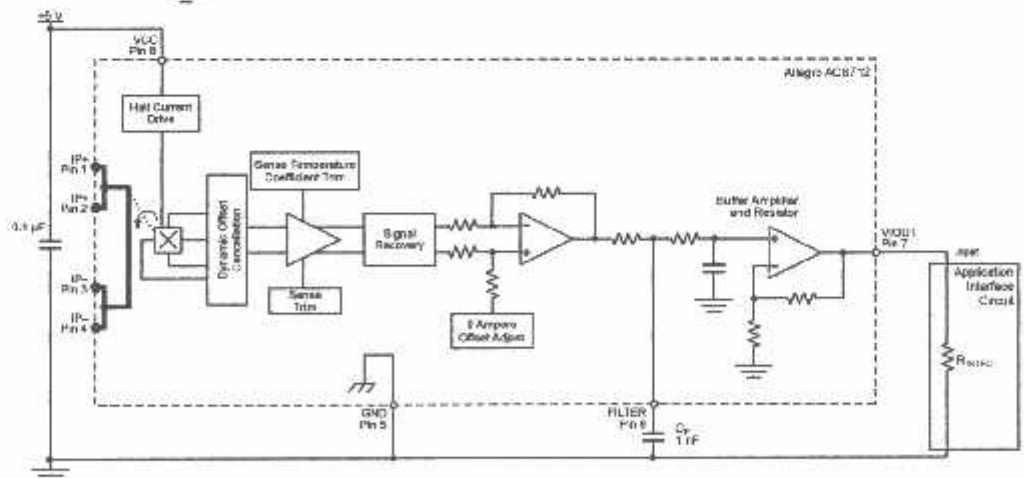
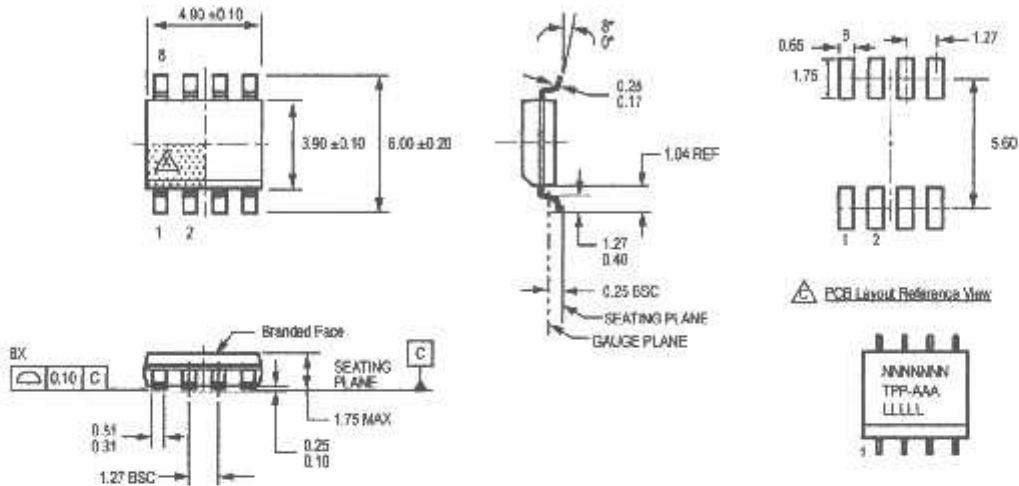


Figure 7. Using the FILTER pin on the ACS712 eliminates the effects of the resistor divider between  $R_F$  and  $R_{INTFC}$ , shown in Application 6.



Package LC, 8-pin SOIC



- For Reference Only; not for tooling use (reference MS-012AA)
- Dimensions in millimeters
- Dimensions exclusive of mold flash, gate burrs, and dambar protrusions
- Exact case and lead configuration at supplier discretion within limits shown
- Terminal #1 mark area
- Branding scale and appearance at supplier discretion
- Reference land pattern layout (reference IPC-7351)
- SOIC12TP600X175-8M: all pads a minimum of 0.20 mm from all adjacent pads; adjust as necessary to meet application process requirements and PCB layout tolerances

- Standard Branding Reference View
- N = Device part number
- T = Device temperature range
- P = Package Designator
- A = Amperage
- L = Lot number
- Bely Brand = Country of Origin



**Revision History**

Revision	Revision Date	Description of Revision
Rev. 15	November 16, 2012	Update rise time and isolation, I <sub>OUT</sub> reference data, patents

Copyright ©2006-2013, Allegro MicroSystems, LLC

Products described herein are protected by U.S. patents: 5,621,319; 7,598,601; and 7,709,754.

Allegro MicroSystems, LLC reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to improve the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro's products are not to be used in life support devices or systems, if a failure of an Allegro product can reasonably be expected to cause the failure of that life support device or system, or to affect the safety or effectiveness of that device or system.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, LLC assumes no responsibility for its use or for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

For the latest version of this document, visit our website:

[www.allegromicro.com](http://www.allegromicro.com)



Allegro MicroSystems, LLC  
115 Northset Cutoff  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.  
1.508.853.5000, [www.allegromicro.com](http://www.allegromicro.com)

List program xbee master (scada),

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ModbusRtu.h>

// data array for modbus network sharing
uint16_t au16data[31]={
0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,
21,22,23,24,25,26,27,28,29,30};

uint8_t u8state;
int PV_V,PV_I,PV_P;
int BAT_V,BAT_I,BAT_P;
int LOAD_V,LOAD_I,LOAD_P;
int SOC;int WSOC;
int WIND_V,WIND_I,WIND_P;
int WBAT_V,WBAT_I,WBAT_P;
int WLOAD_V,WLOAD_I,WLOAD_P;
int GRID_V, GRID_I,GRID_P;
int MLOAD_V,MLOAD_I,MLOAD_P;
int LOAD_ON_OFF;

/**
 * Modbus object declaration
 * u8id : node id = 0 for master, = 1..247 for slave
 * u8sermo : serial port (use 0 for Serial)
 * u8txenpin : 0 for RS-232 and USB-FTDI
 *           or any pin number > 1 for RS-485
 */

Modbus slave(1,0,0); // this is master and RS-232 or USB-FTDI

//----- pin LOAD-----//
#define load1 6
#define load2 7
#define load3 8
#define load4 9

SoftwareSerial xbee(12,11);
char buff, buff2;
char data[16];
int konversi_tegangan[16], konversi_arus[16];

float tegangan_wind, tegangan_pv, tegangan_load, tegangan_grid,
      arus_wind, arus_pv, arus_load, arus_grid,
      daya_wind, daya_pv, daya_load, daya_grid;

unsigned cursor_1 = 0, cursor_2 = 0;
```

---

```

unsigned int flag_array_tegangan = 0, x = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  xbee.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  slave.begin(9600); // baud-rate at 19200

  //pin mode load
  pinMode(load1,OUTPUT);
  pinMode(load2,OUTPUT);
  pinMode(load3,OUTPUT);
  pinMode(load4,OUTPUT);

  digitalWrite(load1,HIGH);
  digitalWrite(load2,HIGH);
  digitalWrite(load3,HIGH);
  digitalWrite(load4,HIGH);

}

void loop() {
  // if(xbee.available())
  // {
  //   d = xbee.read();
  //   //cursor_1++;
  // }
  //Serial.println(data[cursor_1]);

  // put your main code here, to run repeatedly:
  slave.poll( au16data, 31 );

  if(xbee.available())
  {
    data[cursor_1] = xbee.read();
    cursor_1++;
  }

  if(data[0] == 'w' && data[cursor_1 - 1] == 'i')
  {
    Serial.println(data);
    cursor_1 = 1;
    while(1)
    { //convert nilai tegangan menjadi integer
      convert_tegangan();
      cursor_1++;
      if(data[cursor_1] == 'v')
      {

```

---

```

    flag_array_tegangan = cursor_1;
    cursor_1++;
    break;
}
} //akhir while convert tegangan

while(1)
{ //convert nilai arus menjadi integer
  convert_arus();
  cursor_1++;
  cursor_2++;
  if(data[cursor_1] == '\n')
  {
    break;
  }
} //akhir while convert tegangan

while(1)
{ //start while
  if(flag_array_tegangan == 4)
  {
    tegangan_wind = (konversi_tegangan[1]*100) + (konversi_tegangan[2]*10)
+ konversi_tegangan[3];
  }

  if(flag_array_tegangan == 3)
  {
    tegangan_wind = (konversi_tegangan[1]*10) + konversi_tegangan[2];
  }

  if(flag_array_tegangan == 2)
  {
    tegangan_wind = konversi_tegangan[1];
  }

  break;
} //akhir while

while(1)
{ //start while
  if(cursor_2 == 4)
  {
    arus_wind = (konversi_arus[0]*100) + (konversi_arus[1]*100) +
(konversi_arus[2]*10) + konversi_arus[3];
  }

  if(cursor_2 == 3)
  {

```

---

```

    arus_wind = (konversi_arus[0]*100) + (konversi_arus[1]*10) +
konversi_arus[2];
}

if(cursor_2 == 2)
{
    arus_wind = (konversi_arus[0]*10) + konversi_arus[1];
}

if(cursor_2 == 1)
{
    arus_wind = konversi_arus[0];
}

break;
} //akhir while

daya_wind = (tegangan_wind/10) * (arus_wind/1000);
//daya_wind = daya_wind * 10;

cursor_1 = 0;
cursor_2 = 0;
// Serial.print("tegangan wind = ");
// Serial.println(tegangan_wind/10);
// Serial.print("arus wind = ");
// Serial.println(arus_wind/1000);
// Serial.print("daya wind = ");
// Serial.println(daya_wind);
// Serial.println();

WIND_V = tegangan_wind;
WIND_I = arus_wind;
WIND_P = daya_wind;
a16data[10]=WIND_V;a16data[11]=WIND_I;a16data[12]=WIND_P;

for(x = 0;x < 11; x++)
{
    data[x] = 0;
    konversi_tegangan[x] = 0;
    konversi_arus[x] = 0;
}
}

if(data[0] == 'p' && data[cursor_1 - 1] == 'i')
{
    Serial.println(data);
    cursor_1 = 1;
    while(1)

```

---

```

{ //convert nilai tegangan menjadi integer
  convert_tegangan();
  cursor_1++;
  if(data[cursor_1] == 'v')
  {
    flag_array_tegangan = cursor_1;
    cursor_1++;
    break;
  }
} //akhir while convert tegangan

while(1)
{ //convert nilai arus menjadi integer
  convert_arus();
  cursor_1++;
  cursor_2++;
  if(data[cursor_1] == 'i')
  {
    break;
  }
} //akhir while convert tegangan

while(1)
{ //start while
  if(flag_array_tegangan == 4)
  {
    tegangan_pv = (konversi_tegangan[1]*100) + (konversi_tegangan[2]*10) +
konversi_tegangan[3];
  }

  if(flag_array_tegangan == 3)
  {
    tegangan_pv = (konversi_tegangan[1]*10) + konversi_tegangan[2];
  }

  if(flag_array_tegangan == 2)
  {
    tegangan_pv = konversi_tegangan[1];
  }

  break;
} //akhir while

while(1)
{ //start while
  if(cursor_2 == 4)
  {

```

---

```

    arus_pv = (konversi_arus[0]*1000) + (konversi_arus[1]*100) +
(konversi_arus[2]*10) + konversi_arus[3];
}

    if(cursor_2 == 3)
    {
        arus_pv = (konversi_arus[0]*100) + (konversi_arus[1]*10) +
konversi_arus[2];
    }

    if(cursor_2 == 2)
    {
        arus_pv = (konversi_arus[0]*10) + konversi_arus[1];
    }

    if(cursor_2 == 1)
    {
        arus_pv = konversi_arus[0];
    }

    break;
} //akhir while

    daya_pv = (tegangan_pv/10) * (arus_pv/100);
//daya_pv = daya_pv * 10;

    cursor_1 = 0;
    cursor_2 = 0;
// Serial.print("tegangan pv = ");
// Serial.println(tegangan_pv/10);
// Serial.print("arus pv = ");
// Serial.println(arus_pv/1000);
// Serial.print("daya pv = ");
// Serial.println(daya_pv);
// Serial.println();

    PV_V = tegangan_pv;
    PV_I = arus_pv;
    PV_P = daya_pv;
    aul6data[0]=PV_V;aul6data[1]=PV_I;aul6data[2]=PV_P;

    for(x = 0;x < 11; x++)
    {
        data[x] = 0;
        konversi_tegangan[x] = 0;
        konversi_arus[x] = 0;
    }
}

```

---

```

if(data[0] == 'I' && data[cursor_1 - 1] == 'i')
{
  Serial.println(data);
  cursor_1 = 1;
  while(1)
  { //convert nilai tegangan menjadi integer
    convert_tegangan();
    cursor_1++;
    if(data[cursor_1] == 'v')
    {
      flag_array_tegangan = cursor_1;
      cursor_1++;
      break;
    }
  } //akhir while convert tegangan

  while(1)
  { //convert nilai arus menjadi integer
    convert_arus();
    cursor_1++;
    cursor_2++;
    if(data[cursor_1] == 'i')
    {
      break;
    }
  } //akhir while convert tegangan

  while(1)
  { //start while
    if(flag_array_tegangan == 4)
    {
      tegangan_load = (konversi_tegangan[1]*100) + (konversi_tegangan[2]*10) +
konversi_tegangan[3];
    }

    if(flag_array_tegangan == 3)
    {
      tegangan_load = (konversi_tegangan[1]*10) + konversi_tegangan[2];
    }

    if(flag_array_tegangan == 2)
    {
      tegangan_load = konversi_tegangan[1];
    }

    break;
  } //akhir while

```

---



```

while(1)
{ //start while
  if(cursor_2 == 4)
  {
    arus_load = (konversi_arus[0]*1000) + (konversi_arus[1]*100) +
(konversi_arus[2]*10) + konversi_arus[3];
  }

  if(cursor_2 == 3)
  {
    arus_load = (konversi_arus[0]*100) + (konversi_arus[1]*10) +
konversi_arus[2];
  }

  if(cursor_2 == 2)
  {
    arus_load = (konversi_arus[0]*10) + konversi_arus[1];
  }

  if(cursor_2 == 1)
  {
    arus_load = konversi_arus[0];
  }

  break;
} //akhir while

daya_load = (tegangan_load/10) * (arus_load/1000);
//daya_load = daya_load * 10;

cursor_1 = 0;
cursor_2 = 0;
// Serial.print("tegangan load = ");
// Serial.println(tegangan_load/10);
// Serial.print("arus load = ");
// Serial.println(arus_load/1000);
// Serial.print("daya load = ");
// Serial.println(daya_load);
// Serial.println();

MLOAD_V = tegangan_load;
MLOAD_I = arus_load;
MLOAD_P = daya_load;

au16data[23]=MLOAD_V;au16data[24]=MLOAD_I;au16data[25]=MLOAD_P;

for(x = 0;x < 11; x++)

```

---

```

    {
        data[x] = 0;
        konversi_tegangan[x] = 0;
        konversi_arus[x] = 0;
    }
}

if(data[0] == 'g' && data[cursor_1 - 1] == 'i')
{
    Serial.println(data);
    cursor_1 = 1;
    while(1)
    { //convert nilai tegangan menjadi integer
        convert_tegangan();
        cursor_1++;
        if(data[cursor_1] == 'v')
        {
            flag_array_tegangan = cursor_1;
            cursor_1++;
            break;
        }
    } //akhir while convert tegangan

    while(1)
    { //convert nilai arus menjadi integer
        convert_arus();
        cursor_1++;
        cursor_2++;
        if(data[cursor_1] == 'i')
        {
            break;
        }
    } //akhir while convert tegangan

    while(1)
    { //start while
        if(flag_array_tegangan == 4)
        {
            tegangan_grid = (konversi_tegangan[1]*100) + (konversi_tegangan[2]*10) +
konversi_tegangan[3];
        }

        if(flag_array_tegangan == 3)
        {
            tegangan_grid = (konversi_tegangan[1]*10) + konversi_tegangan[2];
        }

        if(flag_array_tegangan == 2)

```

---

```

    {
    tegangan_grid = konversi_tegangan[1];
    }

    break;
} //akhir while

while(1)
{ //start while
  if(cursor_2 == 4)
  {
    arus_grid = (konversi_arus[0]*1000) + (konversi_arus[1]*100) +
(konversi_arus[2]*10) + konversi_arus[3];
  }

  if(cursor_2 == 3)
  {
    arus_grid = (konversi_arus[0]*100) + (konversi_arus[1]*10) +
konversi_arus[2];
  }

  if(cursor_2 == 2)
  {
    arus_grid = (konversi_arus[0]*10) + konversi_arus[1];
  }

  if(cursor_2 == 1)
  {
    arus_grid = konversi_arus[0];
  }

  break;
} //akhir while

daya_grid = (tegangan_grid/10) * (arus_grid/1000);
//daya_grid = daya_grid * 10;

cursor_1 = 0;
cursor_2 = 0;
// Serial.print("tegangan grid = ");
// Serial.println(tegangan_grid/10);
// Serial.print("arus grid = ");
// Serial.println(arus_grid/1000);
// Serial.print("daya grid = ");
// Serial.println(daya_grid);
// Serial.println();

GRID_V = tegangan_grid;

```

---

```

GRID_I = arus_grid;
GRID_P = daya_grid;
au16data[20]=GRID_V;au16data[21]=GRID_I;au16data[22]=GRID_P;

for(x = 0;x < 11; x++)
{
    data[x] = 0;
    konversi_tegangan[x] = 0;
    konversi_arus[x] = 0;
}
}

}

void convert_tegangan()//program untuk mengubah data dari string ke integer
{
    if(data[cursor_1] == 48)
    {
        konversi_tegangan[cursor_1] = 0;
    }

    if(data[cursor_1] == 49)
    {
        konversi_tegangan[cursor_1] = 1;
    }

    if(data[cursor_1] == 50)
    {
        konversi_tegangan[cursor_1] = 2;
    }

    if(data[cursor_1] == 51)
    {
        konversi_tegangan[cursor_1] = 3;
    }

    if(data[cursor_1] == 52)
    {
        konversi_tegangan[cursor_1] = 4;
    }

    if(data[cursor_1] == 53)
    {
        konversi_tegangan[cursor_1] = 5;
    }

    if(data[cursor_1] == 54)
    {

```

---

```

    konversi_tegangan[cursor_1] = 6;
}

if(data[cursor_1] == 55)
{
    konversi_tegangan[cursor_1] = 7;
}

if(data[cursor_1] == 56)
{
    konversi_tegangan[cursor_1] = 8;
}

if(data[cursor_1] == 57)
{
    konversi_tegangan[cursor_1] = 9;
}
}

void convert_arus()//program untuk mengubah data dari string ke integer
{
    if(data[cursor_1] == 48)
    {
        konversi_arus[cursor_2] = 0;
    }

    if(data[cursor_1] == 49)
    {
        konversi_arus[cursor_2] = 1;
    }

    if(data[cursor_1] == 50)
    {
        konversi_arus[cursor_2] = 2;
    }

    if(data[cursor_1] == 51)
    {
        konversi_arus[cursor_2] = 3;
    }

    if(data[cursor_1] == 52)
    {
        konversi_arus[cursor_2] = 4;
    }

    if(data[cursor_1] == 53)
    {

```

---

```
    konversi_arus[cursor_2] = 5;
}

if(data[cursor_1] == 54)
{
    konversi_arus[cursor_2] = 6;
}

if(data[cursor_1] == 55)
{
    konversi_arus[cursor_2] = 7;
}

if(data[cursor_1] == 56)
{
    konversi_arus[cursor_2] = 8;
}

if(data[cursor_1] == 57)
{
    konversi_arus[cursor_2] = 9;
}
}
```

---

List program salah satu xbee slave untuk PV simulator,

```
#include <SoftwareSerial.h>

#define sens_tegangan A15

#define sens_ arus A14

SoftwareSerial xbee(12, 11);

unsigned int sens_adc;

float tegangan = 0;

int tegangan_kirim;

int arus_kirim;

int flag = 0;

//char data_terima;

void setup() {

    // put your setup code here, to run once:

    Serial.begin(9600);

    xbee.begin(9600);

    pinMode(sens_tegangan, INPUT);

}

void loop() {

    // put your main code here, to run repeatedly:

    sens_adc = analogRead(sens_tegangan);

    tegangan = float(sens_adc) / 18.4;

    tegangan_kirim = tegangan * 10;

    float average = 0;
```

---