

**PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA HYBRID**

SKRIPSI



Disusun oleh :
FARHAN
NIM. 10.12.905

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013**

3018

WISUDA KEMAHSISWAAN UNIVERSITAS PADJARAN
KEMAHSISWAAN UNIVERSITAS PADJARAN
KEMAHSISWAAN UNIVERSITAS PADJARAN
KEMAHSISWAAN UNIVERSITAS PADJARAN

WISUDA KEMAHSISWAAN
UNIVERSITAS PADJARAN
KEMAHSISWAAN UNIVERSITAS PADJARAN

WISUDA

WISUDA KEMAHSISWAAN

WISUDA KEMAHSISWAAN UNIVERSITAS PADJARAN

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA HYBRID**

SKRIPSI

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

**Disusun oleh :
FARHAN
NIM. 10.12.905**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**



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

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

**Ir.Yusuf Ismail Nakhoda. MT
NIP.Y. 1018800189**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Farhan
NIM : 10.12.905
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi 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 dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 15 Maret 2013

Yang membuat Pernyataan

FARHAN
NIM : 10.12.905

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID

FARHAN, NIM 1012905

**Dosen Pembimbing : Dr.Eng.Aryunto Soetedjo, ST. MT dan
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT**

Abstrak

Sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) pada pembangkit listrik tenaga hibrid yang terdiri dari pembangkit listrik tenaga matahari/surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga angin/bayu (PLTB). Software aplikasi IntegraXor digunakan untuk implementasi sistem SCADA yang dapat memantau parameter lingkungan (arah angin, kecepatan angin, suhu, radiasi matahari) dan daya listrik masing-masing pembangkit serta dapat memilih pembangkit yang beroperasi dan dapat mengumpulkan data secara jarak jauh. Komunikasi SCADA ini menggunakan protokol MODBUS yang banyak digunakan di industri. Dari pengujian diperoleh bahwa sistem SCADA dapat digunakan untuk mempermudah pengendalian, monitoring serta pengumpulan data secara jarak jauh dengan waktu yang bersamaan pada pembangkit listrik tenaga hibrid. Dari hasil pengukuran dan pengujian sistem SCADA didapatkan nilai error sebesar 1.80 % untuk sensor suhu, 0.38 % untuk sensor radiasi matahari, 0.46 % untuk pengkondisi sinyal, 3.85 % untuk sensor kecepatan angin, 7.62 % untuk sensor arus, dan 0.27 % untuk sensor tegangan. Serta dengan sistem pengendalian menggunakan Zelio SR3 dengan ethernet dan mikrokontroler ATMEGA 8535 dengan RS232 dapat memonitoring sistem SCADA. Fitur-fitur didalam SCADA dapat memberikan informasi keadaan sistem pembangkit berupa tranding, report, alarm secara real time.

Kata kunci : SCADA, Sensor, PLTS, PLTB, MODBUS, IntegraXor, Hibrid

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID”** dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ir. Soeparno Djiwo, 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 Tugas Skripsi.
5. Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Dosen Pembimbing dua Tugas Skripsi.
6. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak kami sebutkan satu-persatu, kami ucapkan banyak terima kasih atas bantuannya dalam proses pembuatan Skripsi yang telah saya kerjakan, begitu juga dengan penyelesaian laporan ini.

Usaha ini telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kejanggalan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Februari 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Pembahasan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
1.7. Lampiran-Lampiran	5
BAB II TEORI DASAR	6
2.1. Matahari	6
2.1.1. Energi Matahari	6
2.1.2. Klasifikasi Energi Matahari	7
2.1.3. Radiasi Matahari	7
2.2. Perancangan Sistem	8
2.2.1 Panel Surya	9
2.2.1.1 Prinsip Dasar Teknologi Panel Surya	9
2.3. Kincir Angin	13
2.3.1. Faktor Terjadinya Angin	13
2.4. Pengertian <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	14
2.4.1. Fungsi PLC	15
2.4.2. Konfigurasi PLC	16
2.4.3. PLC Digunakan Sebagai RTU	19
2.5. Pengertian SCADA	20
2.5.1. Prinsip Pokok Dari Sistem SCADA Moderen.....	21

2.5.2. Perangkat Keras SCADA.....	24
2.5.3. Fungsi Utama SCADA	25
2.5.4. Pertimbangan dan Keuntungan Sistem SCADA	25
2.5.5. Perangkat Lunak SCADA.....	26
2.6. Komunikasi Interface.....	28
2.6.1. Komponen Sistem Komunikasi	28
2.7. Relay	30
2.8. Sensor Arus	32
2.9. Sensor Tegangan.....	34
2.10. I ² C	35
2.11. RTC.....	35
2.11.1. Konfigurasi Pin RTC	36
2.12. <i>Zelio Logic Smart Relay</i>	37
2.12.1. PLC <i>Zelio Logic SR 3B</i>	38
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	44
3.1. Pendahuluan	44
3.2. Perencanaan Sistem	44
3.3. Perancangan Perangkat Keras.....	45
3.3.1. Perancangan Panel Surya	45
3.3.2. Perancangan Kincir Angin	46
3.3.4. Perancangan Pengkondisi Sinyal	47
3.3.5. Perancangan Sensor LM35	48
3.3.6. Perancangan Anemometer	49
3.3.7. Perancangan Minimum Sistem DT-AVR ATMEGA 8535 ...	49
3.3.8. Perancangan RTC	51
3.3.9. Perancangan Sensor Tegangan.....	51
3.3.10. Sensor Arus	52
3.3.11. Perencanaan HPC (<i>Hybrid Power Condition</i>)	53
3.3.12. Perancangan PMC (<i>Power Management Control</i>)	54
3.3.13. Perancangan <i>Zelio Soft</i>	54
3.3.13.1. Memulai Software <i>Zelio Soft</i>	55
3.3.13.2. Pemograman PLC	58
3.3.14. Perancangan Power Inverter	58

3.3.15. Perancangan Perangkat Lunak Sistem SCADA.....	59
3.3.15.1. Perancangan <i>Plan area</i> sistem PLTH pada SCADA	59
3.3.15.2. Perancangan <i>Trending Time</i> sistem PLTH pada SCADA	60
3.3.15.3. Perancangan <i>Report Time</i> sistem PLTH pada SCADA	63
3.3.15.4. Perancangan <i>Alarm Time</i> sistem PLTH pada SCADA ...	66
3.3.15.5. Perancangan Protokol Komunikasi	67
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	68
4.1. Pendahuluan.....	68
4.2. Pengujian dan Analisa Sistem.....	68
4.2.1. Pengujian Panel Surya dan Kincir Angin	69
4.2.2. Pengujian Sensor Arus.....	71
4.2.3. Pengujian Sensor Tegangan.....	73
4.2.4. Pengujian Pengkondisi Sinyal	75
4.2.5. Pengujian Sensor Suhu	75
4.2.6. Pengujian Sensor Radiasi Matahari	76
4.2.7. Pengujian Sensor Anemometer.....	77
4.3. Pengujian Sistem SCADA	79
4.3.1. Pengujian Halaman	79
4.3.1.1.1. Tampilan Halaman Index.....	79
4.3.1.1.2. Tampilan Halaman User Login.....	79
4.3.1.1.3. Tampilan Animasi Plan	80
4.3.1.1.4. Halaman Trending Load	81
4.3.1.1.5. Halaman Trending Bus	82
4.3.1.1.6. Halaman Tranding PLTS	83
4.3.1.1.7. Halaman Tranding PLTB.....	84
4.3.1.1.8. Tampilan Halaman Alarm	84
4.3.1.1.9. Tampilan Halaman Report Plant Area.....	85
4.3.1.1.10. Tampilan Halaman Report Load.....	85
4.3.1.1.11. Tampilan Halaman Report PLTB	86
4.3.1.1.12. Tampilan Halaman Report PLTS	86
4.3.1.1.13. Tampilan Halaman Report BUS	87
4.3.1.1.14. Tampilan Koneksi Komunikasi MODBUS	87
4.4. Pengujian Sistem PLC	89

BAB V PENUTUP	93
5.1. Kesimpulan	93
5.2. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2.1. Gambar Modul Surya.....	10
2.2. Prinsip Kerja <i>Photovoltaic</i>	10
2.3. Penampang PV	11
2.4. Sirkuit Sederhana Dari Sel Fotovoltaik	12
2.5. Sirkuit Diode Tunggal	12
2.6. Diagram Blok Sistem Kendali PLC	16
2.7. Sensor ke Panel Menggunakan Arus Atau Tegangan	20
2.8. PC ke PLC atau DCS dengan <i>Fieldbus dan Sensor</i>	22
2.9. PC ke IED Menggunakan <i>Fieldbus</i>	16
2.10 Typical SCADA Sistem.....	27
2.11. Pin pada DB9 Female	29
2.12. <i>Relay</i>	31
2.13. <i>Soket Relay</i>	31
2.14. Simbol Relay	32
2.15. Blok Diagram	32
2.16. Blok Diagram ACS712.....	33
2.17. Rangkaian Pembagi Tegangan.....	34
2.18. RTC	36
2.19. Smart Relay Tanpa Display	40
2.20. Smart Relay SR3.....	41
2.21. Modul Extension.....	41
2.22. Kabel Konektor.....	42
2.23. Pemograman Menggunakan Leadder Diagram	42
2.24. Tampilan FDB Languange.....	43
3.1. Blok Diagram Sistem.....	44
3.2. Sensor Interface Sel Surya dengan MCU	46
3.3. Rangkaian Pembagi Tegangan.....	47
3.4. Driver Sensor LM35	48
3.5. Rangkaian Interface Anemometer	49
3.6. Blok bagian minimum sistem DT-AVR ATMEGA 8535	50
3.7. Rangkaian RTC.....	51
3.8. Rangkaian Pembagi Tegangan.....	52

3.9. Rangkaian ACS712.....	53
3.10. Blok Diagram HPC.....	53
3.11. Tampilan <i>Software Zelio Soft</i>	55
3.12. Tampilan <i>Setting PLC</i>	56
3.13. Jenis Smart Relai yang Telah Dipilih	57
3.14. Tampilan Lembar Kerja.....	57
3.15. Program FDB	58
3.16. Skematik Inverter 500 W	59
3.17. Lembar Kerja Inscape	60
3.18. Lembar Kerja IntegraXor.....	60
3.19. Lembar Kerja HTML Trending Time PLTS	61
3.20. Lembar Kerja HTML Trending Time PLTB	62
3.21. Lembar Kerja HTML Trending Time Load	62
3.22. Lembar Kerja HTML Trending Time Bus DC	63
3.23. Lembar Kerja HTML Report Time PLTS	64
3.24. Lembar Kerja HTML Report Time PLTB.....	64
3.25. Lembar Kerja HTML Report Time Plan	65
3.26. Lembar Kerja HTML Report Time Load	65
3.27. Lembar Kerja HTML Report Time Bus DC.....	66
3.28. Lembar Kerja HTML Alarm.....	66
3.29. Protokol Komunikasi SCADA.....	67
4.1. Panel Surya	70
4.2. Kincir Angin	70
4.3. Tegangan Output Panel Surya	70
4.4. Tegangan Output Kincir Angin	71
4.5. Output Arus pada Panel Surya.....	72
4.6. Output Arus pada Kincir Angin.....	72
4.7. Tampilan Halaman Plan.....	79
4.8. Tampilan Halaman Login	80
4.9. Tampilan Halaman SVG.....	80
4.10. Tampilan Halaman Trending Load.....	81
4.11. Halaman Trending BUS.....	82
4.12. Halaman Trending PLTS	83
4.13. Halaman Trending PLTB.....	84

4.14. Halaman Alarm.....	84
4.15. Halaman report Plan Area.....	85
4.16. Halaman report Load	85
4.17. Halaman report PLTB.....	86
4.18. Halaman report PLTS	86
4.19. Halaman report BUS.....	87
4.20. Komunikasi PLC.....	87
4.21. Komunikasi Mikro 1	88
4.22. Komunikasi Mikro 2	88
4.23. Sistem Kerja PLC	89
4.24. Sistem SCADA Mengoperasikan Pembangkit Dengan Jarak Jauh menggunakan PLC	89
4.25. SCADA sistem yang digunakan pada PLTH.....	90
4.26. Zelio SR3 with Ethernet sebagai PMC	91
4.27. Inverter sebagai PMC	91
4.28. Solar Power berfungsi sebagai PMC	91
4.29. Automatic Wind Generator Charger.....	92
4.30. Mikrokontroller ATMEGA 8535.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Fungsi masing-masing pin RS232	29
Tabel 2.2. Tabel Perbedaan Karakteristik dari RS232, RS422, dan RS485 ..	30
Tabel 2.3. Tipe-Tipe IC ACS712	33
Tabel 3.1. Spesifikasi Panel Surya.....	45
Tabel 3.2. Spesifikasi Panel Kincir Angin.....	46
Tabel 4.1. Data Pengukuran Panel Surya 50W(P).....	69
Tabel 4.2. Data Pengukuran Kincir Angin.....	69
Tabel 4.3. Data Pengukuran Arus Panel Surya.....	69
Tabel 4.4. Data Pengukuran Arus kincir Angin.....	72
Tabel 4.5. Data Pengukuran dan Pengujian Sensor Tegangan Panel Surya	73
Tabel 4.6. Data Pengukuran dan Pengujian Sensor Tegangan Kincir Angin	74
Tabel 4.7. Data Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	75
Tabel 4.8. Data Pengujian Sensor Suhu.....	76
Tabel 4.9. Data Pengujian Sensor Radiasi Matahari.....	77
Tabel 4.10. Data Pengujian Sensor Anemometer	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hybrid sistem atau pembangkit listrik tenaga *hybrida* (PLTH) merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan untuk mengatasi krisis energi yang sedang terjadi. Salah satu pembangkit listrik tenaga *hybrid* adalah kombinasi dari pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Sudah banyak penelitian mengenai pembangkit listrik tenaga *hybrid* dengan mengkombinasikan beberapa pembangkit tenaga listrik seperti PLTB (angin) dengan PLTD (diesel) ^{[1],[2],[3]}, PLTS (surya) dengan PLTB (angin) ^[4] dan PLTS (surya), PLTB (angin), PLTS (surya) dengan PLTD (diesel) ^{[5],[6]}.

Masalah utama dalam pemanfaatan pembangkit listrik tenaga *hybrid* adalah efisiensi energi yang dihasilkan, yang dipengaruhi oleh keadaan alam sekitar seperti kondisi cahaya matahari dan kecepatan angin. Selain itu PLTS dan PLTB mempunyai perbedaan karakteristik lain, yaitu lokasi yang jauh dari perkotaan atau pemukiman penduduk serta pendistribusian pembangkit listrik tersebut. Sehingga pengendalian, monitoring dan pengumpulan data masih dalam katagori sulit. Maka dari itu untuk menyelesaikan masalah tersebut untuk pengendalian jarak jauh, monitoring dan pengumpulan data dapat dilakukan dengan menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) ^[7].

Dengan menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) yang digunakan untuk memonitoring, pengumpulan data dan

mengendalikan secara jarak jauh sistem pembangkit listrik tenaga *hybrida* yang ada di beberapa lokasi yang bertujuan untuk mengoptimalkan energi yang dihasilkan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal di atas maka timbul sebuah pokok permasalahan yaitu bagaimana mengimplementasikan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) untuk memonitoring, mengendalikan dan pengumpulan data secara jarak jauh *real time*. Maka skripsi ini diberi judul:

PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID*

1.3. Tujuan

Tujuan pembahasan dalam skripsi ini adalah memecahkan masalah monitoring, pengumpulan data dan pengendalian secara jarak jauh *real time* sehingga dapat mengetahui performa pembangkit listrik tenaga *hybrid* secara dapat mengefesiansikan energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga *hybrida*.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas, maka ruang lingkup pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Sistem grid PLTH.
2. Pengendalian jarak jauh menggunakan sistem SCADA.
3. Tegangan kerja di atas 12 Vdc.

4. Mengetahui besaran suhu, radiasi matahari, kecepatan angin, dan arah angin serta besaran tegangan dan arus disetiap pembangkit.
5. Mengetahui trading, report, alarm setiap pembangkit.
6. Tidak membahas cosh phi dikarenakan menggunakan beban resistif murni lampu pijar 500 W.
7. Tidak membahas smart charger batrai.

1.5. Metodologi Pemecahan Masalah

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Kajian literatur

Yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan.

2. Pengumpulan Data

Bentuk data yang digunakan adalah :

- Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka, seperti data saluran maupun data pembebanan sistem.
- Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini single line diagram sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid*

3. Melakukan perancangan sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid*.

4. Melakukan uji coba sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid*.

5. Melakukan analisa hasil sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid*.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika dari pembahasan didalam 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 dibahas penjelasan teori tentang sistem grid, kontrol otomatis PLC dan SCADA.

BAB III : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini akan di bahas untuk perancangan sistem SCADA dan pembuatan hardware serta kontrol kendali otomatis.

BAB IV : PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dan pengujian sistem.

BAB V : PENUTUP

Meupakan bab terakhir yang memuat kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan analisa hasil perancangan sistem SCADA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

1.7. Kontribusi Masalah

Dengan adanya perancangan sistem SCADA ini dapat mengatasi masalah-masalah yang ada pada pembangkit listrik tenaga *hybrid*, serta dapat mengefisienkan energi yang dihasilkan, serta monitoring, pengumpulan data dan pengendalian otomatis secara jarak jauh *real time*.



BAB II TEORI DASAR

2.1. Matahari ^[8]

Matahari disebut juga dengan kata surya yaitu bintang yang terdekat dengan Bumi dengan jarak sekitar 149.680.000 kilometer (93.026.724 mil). Matahari adalah suatu bola gas yang pijar dan ternyata tidak terbentuk bulat betul. Matahari mempunyai khatulistiwa dan kutub karena gerak rotasinya. Garis tengah ekuatorialnya 864.000 mil, sedangkan garis tengah antrax kutubnya 43 mil lebih pendek. Matahari merupakan anggota Tata Surya yang paling besar, karena 98% massa tata surya terkumpul pada matahari.

Di samping pusat peredaran, matahari juga merupakan pusat sumber tenaga di lingkungan tata surya. Matahari terdiri dari inti dan tiga lapisan kulit, masing-masing fotosfer, kromosfer, dan korona. Untuk terus bersinar, matahari, yang terdiri dari gas panas menukar zat *hydrogen* dengan zat helium melalui reaksi fusi nuklir pada kadar 600 juta ton, dengan itu kehilangan empat juta ton massa setiap saat.

Matahari dipercayai terbentuk pada 4,6 miliar tahun lalu. Kepadatan massa matahari adalah 1,41 berbanding massa air. Jumlah tenaga matahari yang sampai ke permukaan Bumi yang dikenali sebagai konstan surya menyamai 1.370 watt per meter persegi setiap saat.

Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, ada 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu teknologi energi surya *thermal* dan energi surya fotovoltaik. Energi surya *thermal* pada umumnya digunakan untuk memasak (kompor surya) dan memanaskan air. Energi surya fotovoltaik digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan lemari pendingin di puskesmas dengan kapasitas total ± 6 MW.

2.1.1. Energi Matahari ^[8]

Energi matahari sudah dimanfaatkan dibanyak belahan dunia dan jika dieksplotasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama. Matahari dapat

digunakan secara langsung untuk memproduksi listrik atau untuk memanaskan bahkan untuk mendinginkan. Potensi masa depan energi surya hanya dibatasi oleh keinginan kita untuk memanfaatkannya.

2.1.2. Klasifikasi Energi Matahari ^[8]

Solar Energi Panel dari NASA (*National Aeronautic and Space Administrator*) tahun 1997 mengklasifikasikan penggunaan energi matahari kedalam dua sistem koleksi yaitu sistem koleksi alamiah dan sistem koleksi teknologi. Dari pengklasifikasi diatas untuk koleksi alamiah yaitu air, angin, bahan bakar organik dan perbedaan temperatur lautan sedangkan untuk koleksi teknologi terdapat dua aplikasi utama dan energi matahari yaitu produksi listrik (*fotovoltaic*) dan produksi panas *thermal*.

Fotovoltaik digunakan untuk mengkonversikan intensitas radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi panas dihasilkan juga dari radiasi matahari dan dapat dikumpulkan atau dipusatkan dengan pengumpul (kolektor). Energi panas ini biasanya digunakan untuk kolektor matahari, pompa-pompa pemanas dan lain-lain.

2.1.3. Radiasi Matahari ^[8]

Radiasi matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses *thermonuklir* yang terjadi di Matahari. Energi radiasi matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. *Spectrum* radiasi matahari sendiri terdiri dari dua yaitu, sinar bergelombang pendek dan sinar bergelombang panjang. Sinar yang termasuk gelombang pendek adalah sinar x, sinar gama, sinar ultraviolet, sedangkan sinar gelombang panjang adalah sinar infra merah.

Ada tiga macam cara radiasi matahari/surya sampai ke permukaan bumi yaitu:

1. Radiasi langsung (*Beam/Direct Radiaton*).

Adalah radiasi yang mencapai bumi tanpa perubahan arah atau radiasi yang diterima oleh bumi dalam arah sejajar sinar datang.

2. Radiasi hambur (*Diffuse Radiaton*).

Adalah radiasi yang mengalami perubahan akibat pemantulan dan penghamburan.

3. Radiasi total (*Global Radiation*).

Adalah penjumlahan radiasi langsung dan radiasi hambur. Misalnya dat untuk suatu permukaan miring yang menghadap tanah tertutup salju serta menerima komponen radiasi karena pemantulan harus dirinci dulu kondisi saljunya yaitu sifat pantulanya (reflektansi). Karena itu radiasi total pada suatu permukaan bidang miring biasanya dihitung.

Besarnya energi yang dapat diperoleh dari radiasi surya adalah perkalian intensitas radiasi yang diterima dengan luasan dengan persamaan:

$$E=I_r \times A \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

I_r =intensitas radiasi matahari (W/m^2)

A =luas permukaan (m^2)

2.2. Perancangan Sistem

Sistem pembangkit listrik tenaga hibrid dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu pembangkit listrik alternatif yang menggunakan baterai dan tanpa menggunakan baterai (Strong, Steven J and William G. Scheller, 1993: 72). Pada pembangkit listrik tenaga hibrid ini akan menggunakan baterai sebagai penyimpanan energi listrik (*storage system*).

Hibrid sistem antara PLTS, PLTB dan Baterai ini bertujuan untuk mendapatkan kontinuitas pasokan (*supply*) listrik ke beban. Pada sistem hibrid yang akan dirancang, terdiri dari *array* fotovoltaik, *wind turbine*, dan baterai sebagai pembangkit kedua, regulator (*charger controller*), baterai sebagai penyimpanan energi listrik, dan inverter. Listrik arus searah (DC) dari modul fotovoltaik, akan kendalikan dengan PMC 12 Vdc (*power management controller*), setelah itu akan dikendalikan melalui HPC (*Hybrid power condition*) dan akan diubah menjadi arus bolak-balik (AC) melalui inverter. *Wind turbine* (PLTB) sebagai pembangkit yang keluarannya adalah arus AC akan diubah di PMC melalui konverter 12 Vdc (AC-DC) dan akan dikendalikan menggunakan HPC (*Hybrid power condition*) dan akan diubah menjadi arus bolak-balik melalui

inverter. Baterai sebagai pembangkit listrik kedua (*secondary government*) akan masuk kedalam kendali *charger controller* yang dapat *charger* dan *discharger* dengan menggunakan sumber pembangkit surya dan angin (PLTS dan PLTB).

Sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini bekerja dengan menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) yang dapat memonitoring, kendali jarak jauh, dan pengumpulan data secara *real time*.

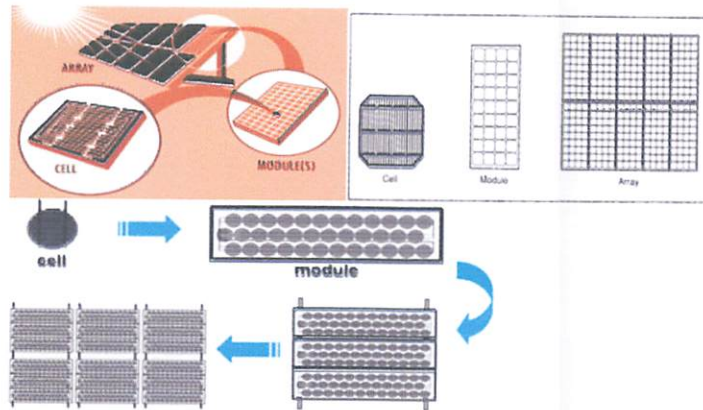
2.2. Panel Surya

Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonveksi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bias disusun secara seri maupun *parallel*. Sedangkan yang dimaksud sengan surya sel adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek *photovoltaic*.

Panel surya sangat mudah dalam hal pemeliharaan karena tidak ada bagian yang bergerak. Satu-satunya hal yang harus dikhawatirkan adalah memastikan untuk menyingkirkan segala sesuatu yang dapat menghalangi sinar matahari ke panel surya tersebut

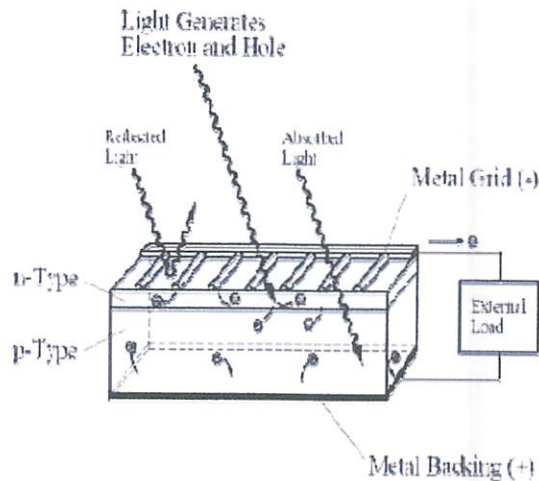
2.2.1. Prinsip Dasar Teknologi Panel Surya (*Photovoltaic*)

Inti dari kerja PV adalah mengubah atau mengkonversikan energi dari radiasi matahari menjadi energi listrik. Beberapa komponen yang digunakan adalah element semi konduktor yang disebut sel surya, kemudian disusun menjadi modul surya.



Gambar 2.1 Modul Surya

Prinsip kerja *photovoltaic* :



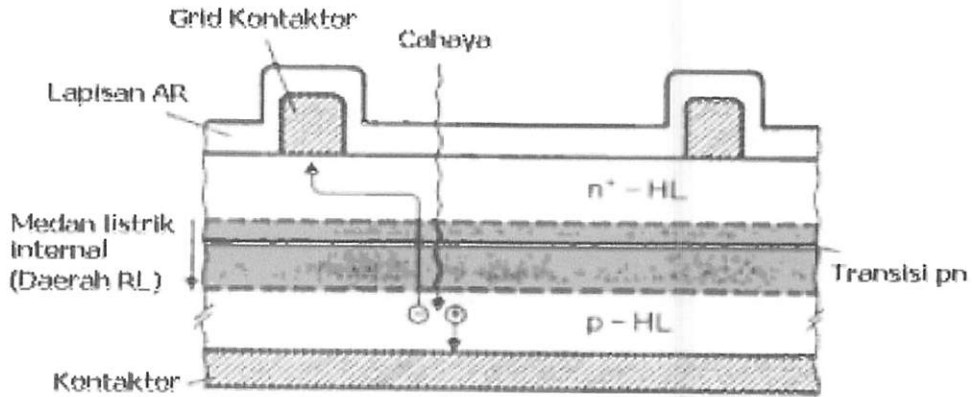
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Photovoltaic

Prinsip kerja PV adalah ketika ada sebuah *foton* atau lebih masuk kedalam sel surya yang terdiri dari lapisan semikonduktor seperti pada gambar, maka akan menghasilkan pembawa muatan bebas berupa *electron* dan *hole*. *Foton* yang masuk berasal dari radiasi matahari. Jika pembawa muatan dapat mencapai daerah ruang muatan sebelum terjadi rekombinasi, maka akibat oleh medan listrik yang ada akan dipisahkan dan dapat bergerak menuju kontaktor.

Jika terdapat kawat penghubung antar kontaktor maka dapat dihasilkan arus listrik (Penick dan Louk, 1998).

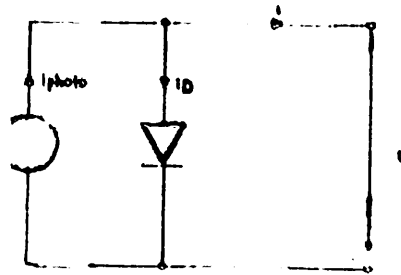
Secara umum, konstruksi sebuah PV terdiri dari 3 bagian, yaitu :

- Lapisan penerima radiasi
- Lapisan tempat terjadinya pemisahan muatan akibat fotoinduksi
- Lapisan kontaktor



Gambar 2.3 penampang PV

Banyak variasi bahan yang digunakan dalam membuat PV. Silikon memiliki indeks bias bahan yang tinggi maka akibatnya pada permukaan terjadi rugi-rugi refleksi yang besar (sampai 30%). Oleh karena itu, untuk meminimalkan rugi tersebut maka pada permukaan dilapisi dengan anti refleksi/lapisan AR (Sihana, 2007). Secara sederhana, komponen yang ada didalam sel PV dapat digambarkan sebagai sirkuit elektrik.



Gambar 2.4 Sirkuit sederhana dari sel fotovoltaiik

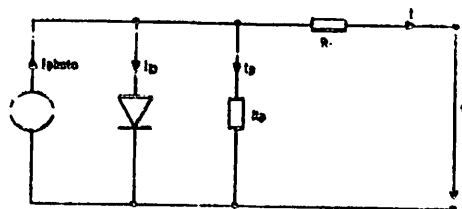
Dari penggambaran sebagai sirkuit elektrik diatas, maka dihasilkan :

$$I = I_{\text{photon}} - I_{\text{dark}}$$

$$I = I_{\text{photon}} - I_s \left(e^{\frac{V}{mV_T}} - 1 \right)$$

- dimana:
- V_T = Thermal Voltage in V
 - $V_T = kT/e$, ($V_T = 25,7$ mV pada 25°C)
 - k = konstanta Boltzman ($k = 1,3806 \cdot 10^{-23}$ J/K)
 - e = muatan elektron ($e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ As)
 - I_s = arus saturasi dioda

Dalam penyusunan sel PV menjadi sebuah modul, tipe rangkaian akan mempengaruhi karakteristik dari PV tersebut . Namun, baik tipe seri atau (R_s) maupun *parallel* (R_p), keduanya tetap memiliki rugi-rugi akibat rangkaian (Sihana, 2007). Seacara sederhana, rangkaian sirkuit elektriknya seperti ditunjukkan pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Sirkuit Diode Tunggal

2.3. Kincir Angin

Angin yaitu udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara (tekanan tinggi ke tekanan rendah) disekitarnya. Angin merupakan udara yang bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah atau dari suhu udara yang rendah ke suhu udara tinggi.

Sifat angin apabila dipanaskan, akan memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan dan akan naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Udara dingin disekitarnya mengalir ketempat yang bertekanan rendah tadi. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ketanah. Diatas tanah udara menjadi panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dinamakan konveksi.

Pada PLTB, turbin angin digunakan untuk mengebuah enrgi kinetik angin menjadi energi listrik. Turbin angin terdiri dari rotor dengan dua atau lebih bilah (*blade*) yang terhubung secara mekanik dengan sebuah generator listrik. Energi listrik yang dihasilkan tergantung dari energi angin yang ditangkap rotor.

Alat-alat untuk mengukur angin antara lain :

- *Anemometer*, adalah alat yang mengukur kecepatan angin.
- *Wind vane*, adalah alat untuk mengetahui arah angin.
- *Windsock*, adalah alat untuk mengetahui arah angin dan memperkirakan besar kecepatan angin. Yang sering digunakan di bandar udara.

Didalam laporan ini membahas pembuatan SCADA untuk kecepatan angin dan arah angin yang menggunakan anemometer dan wind vane.

2.3.1. Faktor terjadi angin

Angin terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara atau perbedaan suhu udara pada suatu daerah atau wilayah. Hal ini berkaitan dengan besarnya energi panas matahari yang diterima oleh permukaan bumi. Pada suatu wilayah, daerah yang menerima energi panas matahari lebih besar akan mempunyai suhu udara yang lebih panas dan tekanan udara yang lebih cenderung lebih rendah. Perbedaan suhu dan tekanan udara akan terjadi antara daerah yang menerima energi panas lebih besar dengan daerah lain yang lebih

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

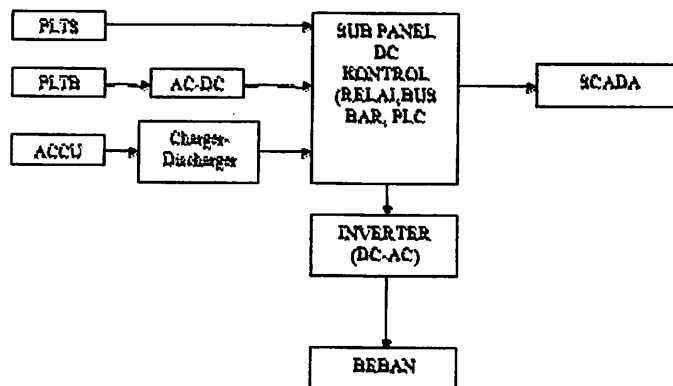
3.1 Pendahuluan

Pada bab ini membahas mengenai perencanaan sistem, prinsip kerja sistem, perencanaan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), dan perencanaan mekanik.

Masing-masing bagian tersebut disusun dengan pemilihan beberapa jenis komponen dengan fungsi sesuai perencanaan, sehingga akan dihasilkan suatu sistem dengan fungsi sesuai dengan perencanaan yang dilakukan diawal.

3.2 Perencanaan Sistem

Diagram blok sistem merupakan salah satu bagian terpenting dalam perencanaan dan pembuatan alat



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Penjelasan blok diagram sebagai berikut:

- PLTS adalah pembangkit listrik tenaga surya.
- PLTB adalah pembangkit listrik tenaga angin.
- AC-DC adalah *converter* pengubah tegangan AC menjadi DC.
- *Charger/Discharger* adalah *smart charger control*.
- Sub panel terdiri dari PMC, HPC, *mikrokontroller* dan komunikasi *interface*.

- Inverter mengubah DC menjadi AC.
- Beban menggunakan lampu pijar resistif murni 500 W.

Prinsip kerja

Panel surya yang mengubah radiasi matahari menjadi arus DC akan masuk kedalam PMC (*Power management control*) akan diatur tegangan *outputnya* menjadi 12 Vdc, turbin angin yang mengubah energi kinetik menjadi energi listrik AC akan masuk kedalam pengubah (*converter*) AC-DC dan akan masuk kedalam PMC (*power management control*) akan diatur tegangan *outputnya* menjadi 12 Vdc, setelah seluruh tegangan masuk kedalam HPC (*Hybrid power condition*) dengan menggunakan *zelio logic* SR3 dengan *ethernet* dapat mengatur pemilihan serta mengefesiansikan penggunaan pembangkit terhadap beban, serta menggunakan inverter sebagai pengubah arus DC-AC.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

3.3.1 Perancangan Panel Surya

Pada perancangan panel surya ini penulis menggunakan panel surya dengan spesifikasi :

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya

Spesifikasi	Nilai
<i>Maksimum Power</i>	50 Watt
<i>Short circuit current</i>	3.25 Ampere
<i>Open current voltage</i>	21.5 Volt
<i>Normal voltage</i>	17.5 Volt
<i>Maximum power current</i>	2.86 Ampere

Dari spesifikasi diatas kita dapat memperoleh parameter untuk mendapatkan kurva karakteristik yang dibutuhkan untuk perancangan ini.

3.3.2 Perancangan Kincir Angin

Pada perancangan panel surya ini penulis menggunakan kincir angin dengan spesifikasi :

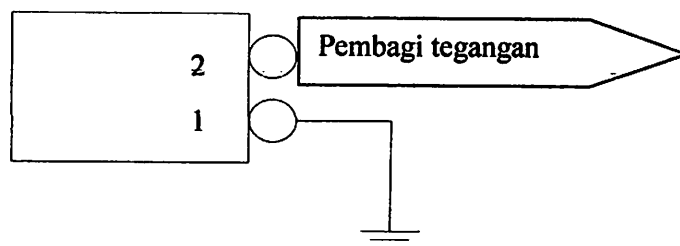
Tabel 3.2 Spesifikasi Kincir Angin

Spesifikasi	Nilai
<i>Maksimum Power</i>	200 Watt
<i>Short circuit current</i>	4.5 Ampere
<i>Open current voltage</i>	24.5 Volt
<i>Normal voltage</i>	18.5 Volt

Dari spesifikasi diatas kita dapat memperoleh parameter untuk mendapatkan kurva karakteristik yang dibutuhkan untuk perancangan ini.

3.3.3 Perancangan Sensor Radiasi Matahari

Sel surya berfungsi untuk menerima sinar matahari yang dikonveksikan menjadi data alat ukur radiasi matahari. Rangkaian sel surya dihubungkan langsung ke *mikrokontroler* melalui pembagi tegangan pada port PA0 (ADC 0). Adapun rangkaian sel surya dapat ditunjukkan sebagai berikut :



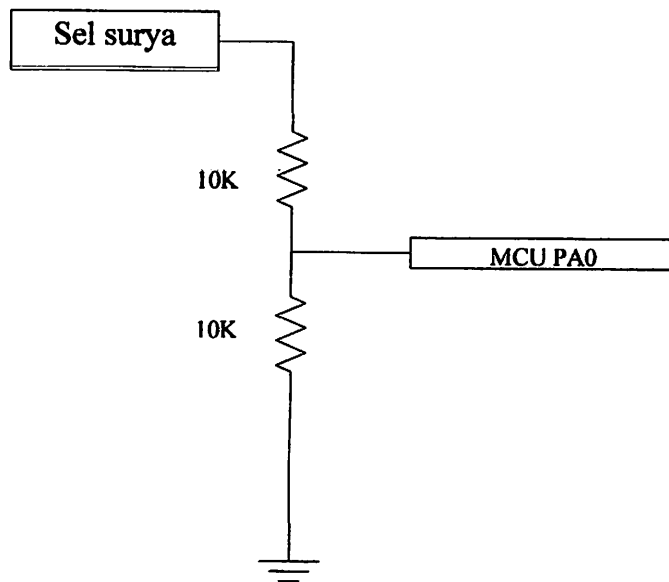
Gambar 3.2 Sensor Interface Sel Surya dengan MCU

Sel surya yang digunakan dalam rangkaian diatas mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Ukuran : Panjang 7 cm, lebar 5.5 cm.
2. Tegangan (Vdc) : 10 V.
3. Arus (Idc) : 30 mA.

3.3.4 Perancangan Pengkondisi Sinyal

Pembagi tegangan dengan resistor dikarenakan untuk menurunkan tegangan dari sel surya. Tegangan keluaran dari sel surya maksimal 10 Vdc sedangkan tegangan maksimal yang diterima oleh *mikrokontroller* adalah 5 Vdc.



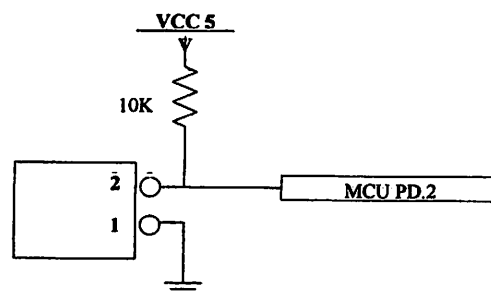
Gambar 3.3 Rangkaian Pembagi Tegangan

Maka dibuat rangkaian pembagi tegangan, dengan persamaan dibawah akan didapat V_{out} .

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

3.3.6 Perancangan Anemometer

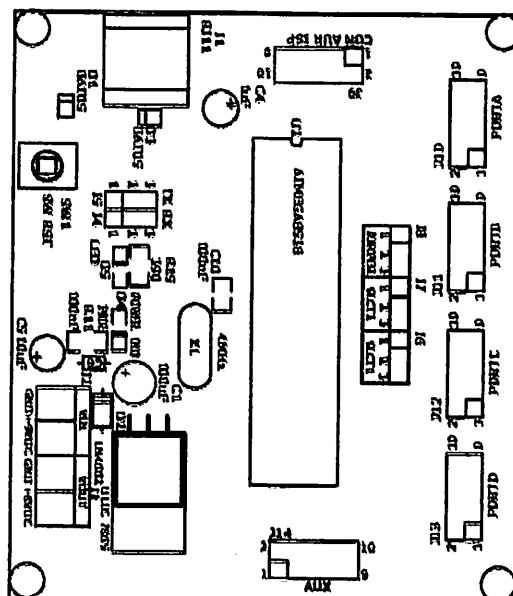
Anemometer berfungsi untuk menangkap angin. Rangkaian anemometer dihubungkan langsung ke *mikrokontroller* pada port PD.2 (INT0). Modul *weather meter* (anemometer) berupa *logic digital* yang akan aktif/*on* setiap detik jika mendeteksi kecepatan angin 2.4 Km/h untuk menghasilkan suatu keluaran (*output*) harus diberi tegangan *pull up* dengan tegangan 5 Vdc dan resistor 10K. Adapun rangkaian *interface* anemometer dengan MCU dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 3.5 Rangkain Interface Anemometer dengan MCU

3.3.7. Perancangan Minimum Sistem *DT-AVR ATMEGA 8535*

Merupakan sebah modul *single chip* dengan basis *mikrokontroler AVR* dan memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi data serial secara *UART RS-232* serta *programming* menggunakan *ISP*. Modul ini cocok untuk aplikasi sederhana hingga menengah.



Gambar 3.6 Blok bagian minimum sistem DT-AVR ATMEGA 8535

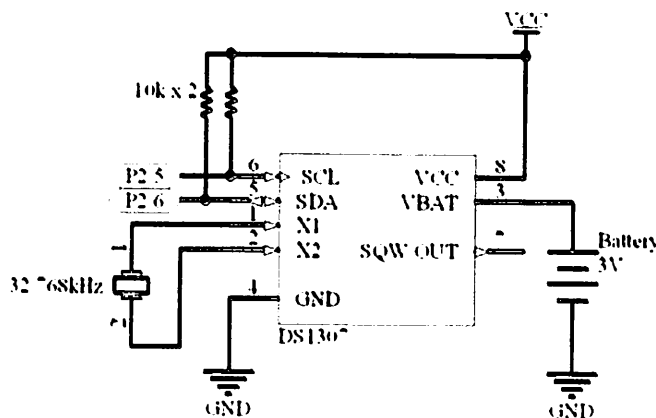
Dengan spesifikasi :

- Mikrokontroler ATMEGA 8535 yang mempunyai 8 KB *flash memory* dan 8 *channel* ADC dengan resolusi 10 bit.
- Mendukung *varian* AVR 40 pin.
- Memiliki jalur *input/ output* hingga 35 pin
- Terdapat *eksternal brown out detector* sebagai rangkaian reset
- Konfigurasi *jumper* untuk melakukan pemilihan beberapa model pengambilan tegangan referensi untuk tipe AVR dengan *internal* ADC.
- LED *programming indicator*.
- Frekuensi osilator sebesar 4MHz.
- Tersedia jalur komunikasi serial *UART* RS- 232 dengan konektor RJ11.
- Tersedia *port* untuk pemograman secara ISP
- Tegangan *input power supply* 9-12 Vdc dan *output* tegangan 5 vdc.

3.3.8. Perencanaan RTC (*Real Time Clock*)

Pewaktu yang digunakan dalam sistem ini adalah IC RTC (*Real Time Clock*). RTC DS1307 berfungsi untuk merekam dan memberikan informasi waktu lengkap mulai informasi detik, menit, jam, tanggal, bulan, hingga tahun. Catu daya utama yang diberikan sebesar 5 Vdc. IC ini memerlukan Xtal *eksternal* sebesar 32.768 KHz. V_{bat} dihubungkan dengan catu daya baterai sebesar 3 V.

Rangkaian RTC dapat dilihat pada gambar 3.6. SCL (*serial clock*) dihubungkan dengan *mikrocontroller* PC.6 dan SDA (*serial data*) dihubungkan ke PC.5 *mikrocontroller*.

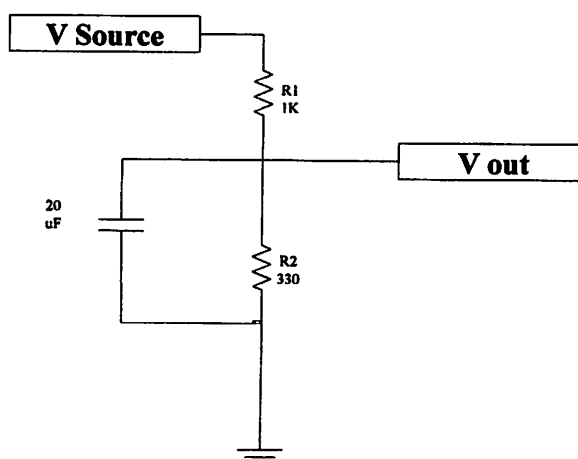


Gambar 3.7 Rangkaian RTC DS1307

3.3.9. Sensor Tegangan

Disini rangkaian sensor tegangan menggunakan pembagi tegangan (*Voltage divider*) dimana resistor dihubungkan secara seri pada tegangan DC, tegangan yang berbeda muncul disetiap resistor menghasilkan sebuah rangkaian yang disebut rangkaian pembagi tegangan.

Gambar seperti dibawah ini :



Gambar 3.8 Rangkaian Pembagi Tegangan

Pada ADC *mikrokontroller* hanya mampu menerima tegangan DC maksimal sebesar 5 Vdc, sedangkan pada keluaran pembangkit maksimal 24 Vdc. Maka dari itu rangkaian pembagi tegangan ini sangat membantu sekali sebagai sensor tegangan. Nilai dari resistor tersebut dapat dicari dengan rumus :

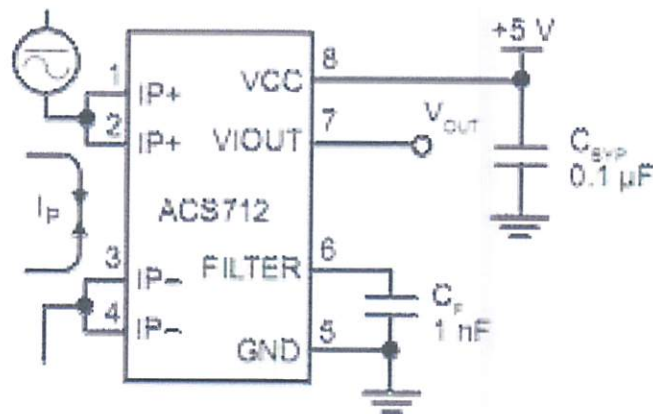
$$V_{in} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{out} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana :

- V_{in} : tegangan dari sumber (V)
 V_{out} : tegangan keluaran dari pembagi tegangan (V)
 R_1 dan R_2 : resistor (Ω)

3.3.10. Sensor Arus

Allegro ® ACS712 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC atau DC disunia industri, komersil, dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-*hall* yang linier, *low-offset*, dan presisi. Saat arus mengalir dijalur tembaga pada pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-*hall* akan mendeteksinya dan mengubah menjadi tegangan yang proposional.

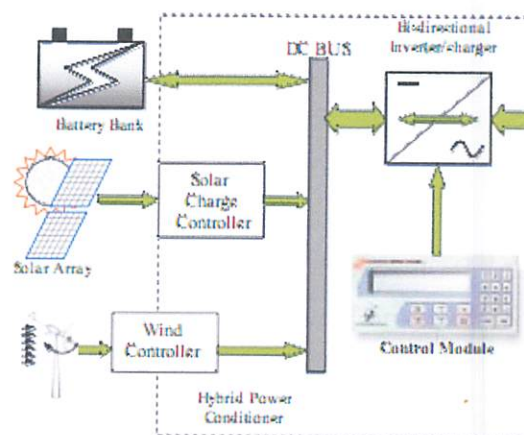


Gambar 3.9 Rangkaian ACS712

Sensor ACS712 ini pada saat tidak ada arus yang terdeteksi, maka keluaran pada V_{out} sensor adalah 2.5 Vdc. Dan saat ada arus yang mengalir dari IP+ ke IP-, maka keluaran akan >2.5 Vdc. Setiap perubahan pada V_{out} ACS712 ini dengan kelipatan *range* 100 mV/A. Misalkan jika perubahan beban sebesar 3 Ampere maka kenaikan *range* sebesar 300 mV.

3.3.11. Perencanaan HPC (*Hybrid Power Condition*)

Konfigurasi pembangkit listrik tenaga *hybrid* surya, bayu dan baterai dapat dilihat seperti blok diagram sebagai berikut :



Gambar 3.10 Blok Diagram *Hybrid Power Condition*

Konfigurasi pembangkit listrik tenaga *hybrid* seperti terlihat digambar diatas meliputi beberapa komponen utama yaitu :

- Inverter merupakan pengubah tegangan DC dari bus bar DC menjadi AC.
- *Solar Power* berfungsi untuk mengatur pengisian baterai dari *input “ PV-Module”* agar baterai terkontrol pengisiannya sehingga tidak akan terjadi *over charger* maupun *over discharger*.
- *Automatic Wind Generator Charger control* berfungsi untuk mengubah tegangan AC dari *output* turbin angin menjadi tegangan DC dan mengatur pengisian baterai agar terkontrol sehingga tidak terjadi *over charger* dan *over discharger*.

HPC (*Hybrid Power Condition*) merupakan sistem kontrol yang berfungsi mengatur seluruh aliran energi pada sistem *hybrid*.

3.3.12. Perancangan PMC (*Power Management Controller*)

Power management controller adalah bagian yang mengendalikan semua proses kerja yang ada pada sistem PLTH. Jadi bagian ini yang selalu memonitoring besarnya beban, kondisi baterai dan *PV-modul*, *wind turbine* serta memerintahkan aktif/on pembangkit untuk mensuplai beban. Bagian ini juga mengatur kerja *parallel* antara inverter dan pengaturan *load sharing* keduanya.

3.3.13. Perancangan *Zelio Soft*

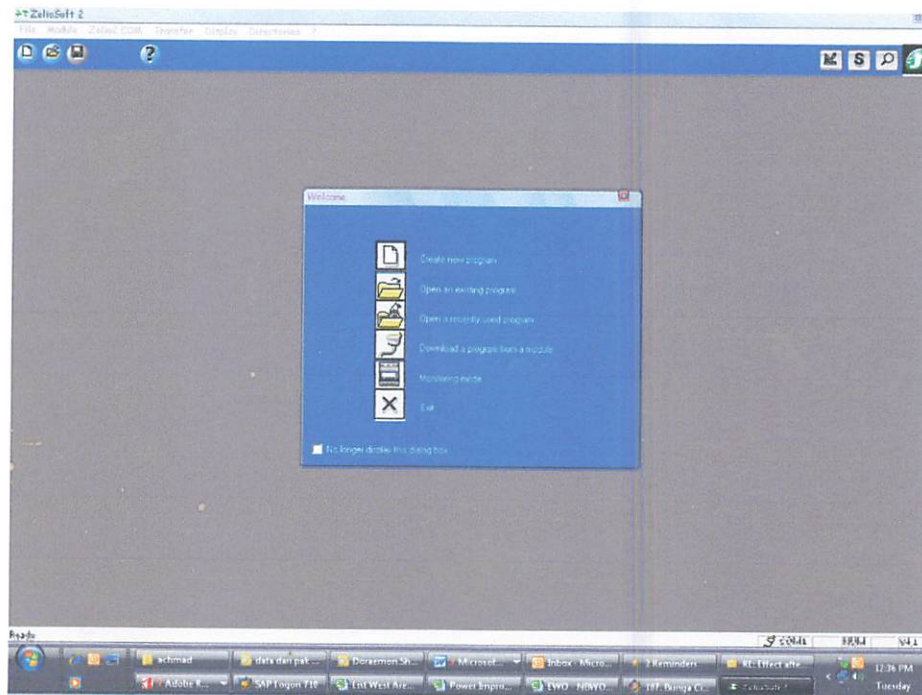
Pada perancangan sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* dibutuhkan suatu *software* yang dapat mengatur pembangkit yang aktif/on secara stabil, dimana *software* ini dapat digunakan secara *online* ataupun *offline*, dan *user friendly* terhadap penggunaannya. *Software Zelio soft* adalah *software* bawaan atau satu paket gabuungan dengan *smart relay*, dimana *software* ini sangat mudah digunakan untuk merancang atau mendesain suatu alat, baik secara *online* ataupun tidak.

Pada perencanaan sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini menggunakan *software Zelio soft* dan menggunakan bahasa FBD yang digunakan untuk merencanakan pembuatan *software* kendalinya. Pada *software zelio soft* ini terdapat dua bahasa, yaitu bahasa *ladder diagram* dan *FBD diagram*,

dimana kedua bahasa tersebut mempunyai kelebihan masing – masing. Namun untuk penggunaannya sangatlah *user friendly* di bandingkan dengan *software smart relay* lainnya ataupun dengan merk PLC lainnya.

3.3.13.1 Memulai Software Zelio Soft

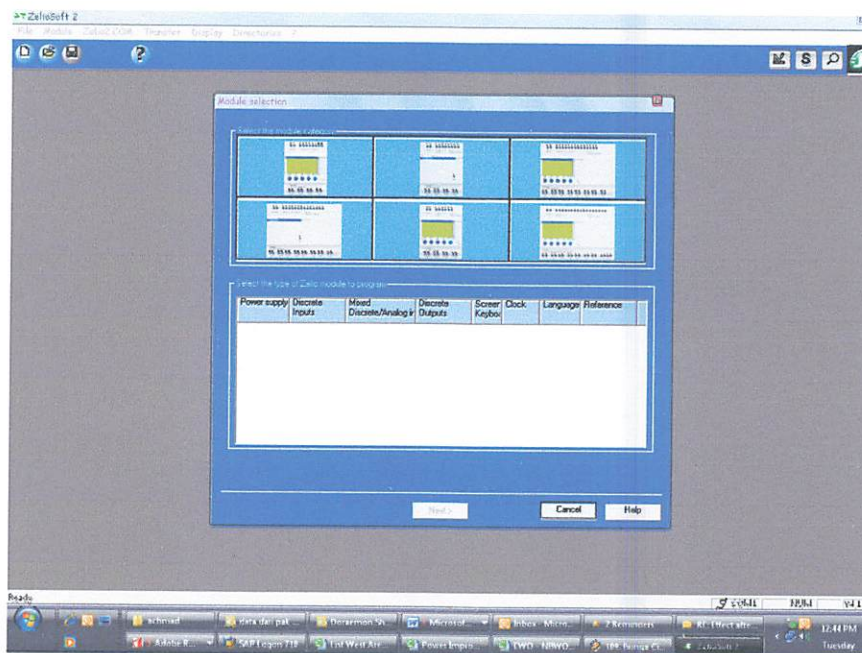
Tampilan Utama Software Zelio Soft



Gambar 3.11 Gambar Tampilan Software Zelio Soft

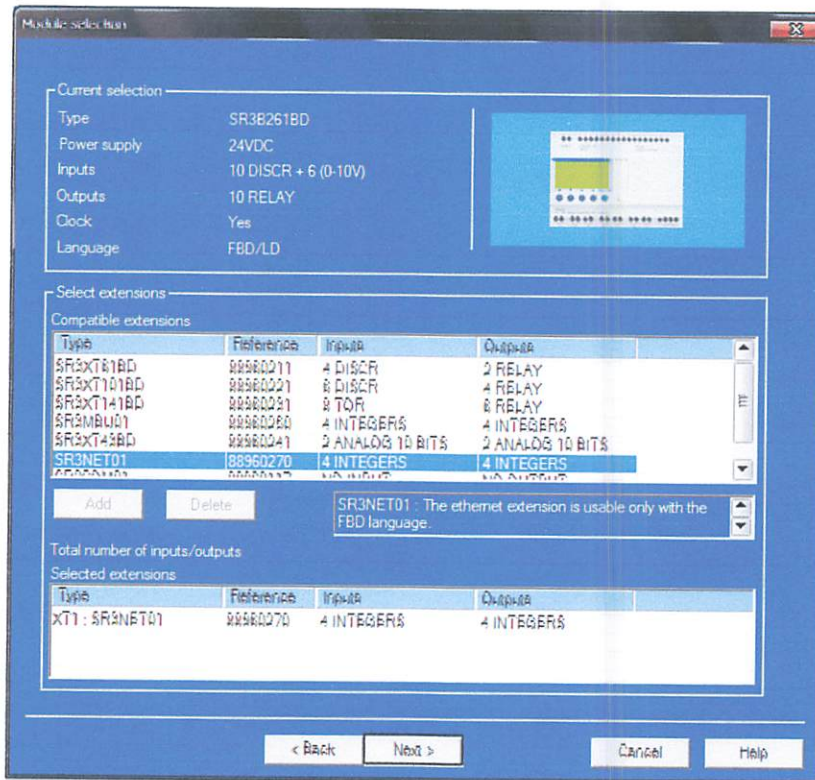
Dimana pada tampilan menu ini terdapat tampilan menu *icon create new program*, *open an existing program*, *download program from a module*, *monitoring module* dan *exit*. Untuk memasuki lembar kerja atau memulai untuk membuat program tekan icon menu” *Create New Program* “ yang seperti pada gambar di bawah ini.

Berikut adalah gambar lembar kerja *new*



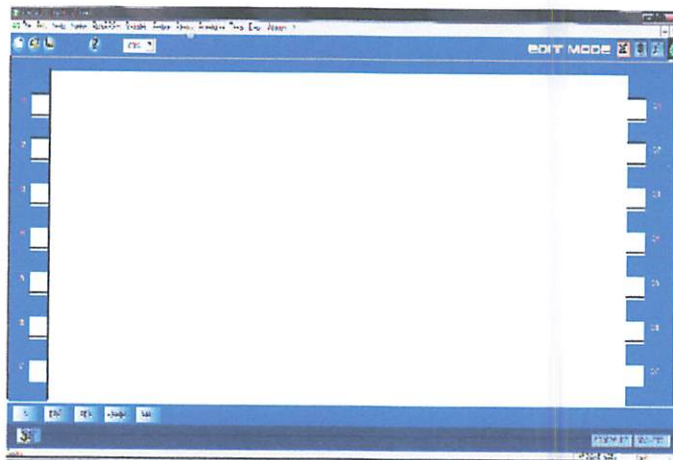
Gambar 3.12 Gambar Tampilan setting PLC

Dimana pada gambar diatas adalah untuk mensetting PLC yang akan kita gunakan, dimana pada masing – masing *Smart Relay* tersebut mempunyai *criteria* atau ke unggulan antara *Smart relay* yang satu dengan yang lain. Dimana pada perancangan sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini menggunakan *type Smart Relay SR3B261BD* yang mana mempunyai 24 I/O, atau 8 input analaog, 9 input digital dan 6 output digital, setelah kita memilih *type Smart Relay* yang telah kita rencanakan maka akan muncul tampilan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.13 Jenis Smart Relay yang telah dipilih

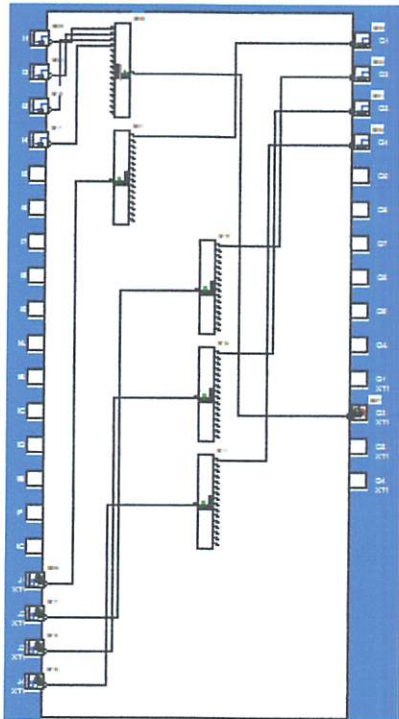
Karena PLC yang digunakan menggunakan *ethernet modular* jadi bahasa pemrograman PLC hanya bisa menggunakan FBD. Maka setelah pemilihan bahasa pemrograman selesai maka akan muncul tampilan program kerja yang seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.14 Tampilan lembar kerja.

3.3.13.2 Pemrograman PLC

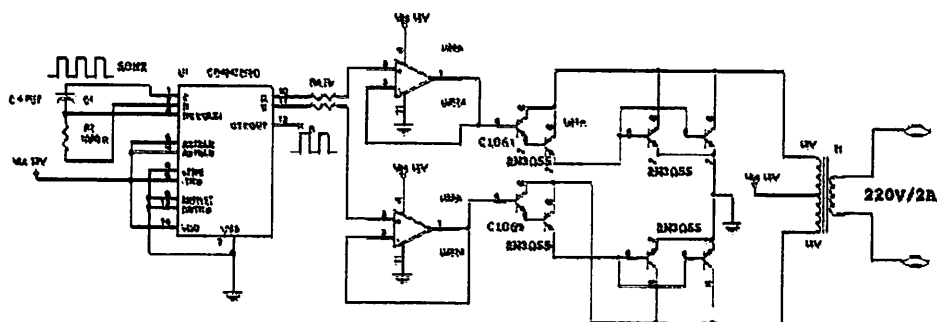
Pada pemrograman perancangan sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini menggunakan FDB, yang mana dalam pembuatan alat ini sangat cocok dengan menggunakan bahasa *funcion diagram bloc*, karena bersifat logika sangatlah cocok dengan perencanaan ini. Dibawah ini adalah sebagian program yang digunakan dalam perancangan sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* dengan menggunakan *Zelio Soft SR3B261BD*



Gambar 3.15 Program FDB

3.3.14. Perancangan *Power Inverter*

Perancangan *power inverter* disini berfungsi untuk mengubah tegangan DC 12 V menjadi tegangan AC 220 dengan total daya 500 W sehingga dapat melayani beban dengan tegangan AC dengan catu daya 12 Vdc dan arus maksimal 45.5 A.



Gambar 3.16 Skematik Inverter 500 W

3.3.15. Perancangan perangkat lunak Sistem SCADA

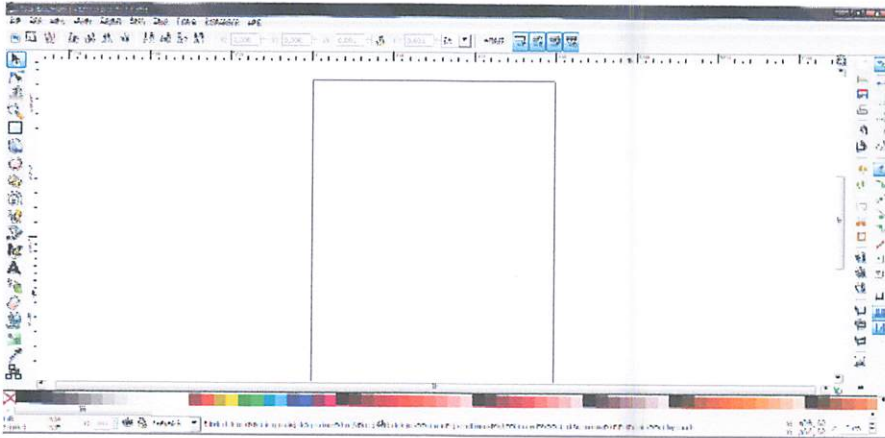
Perancangan sistem SCADA ini bertujuan untuk mengendalikan dan memonitoring serta menampilkan performa seluruh pembangkit dengan *Trending Time, Report* keseluruhan pembangkit dengan parameter yang sudah ditentukan dan *alarm* sistem pembangkit sehingga dapat mengetahui jika sistem sedang bermasalah atau *overload*.

IntegraXor adalah perangkat lunak SCADA yang menyediakan *real-time* visualisasi grafis dan kontrol sistem berbasis *web* dengan fitur animasi SVG (*Scalable Vector Graphics*).

3.3.15.1 Perancangan *Plan area* sistem PLTH pada SCADA

Perancangan *plan area* pada sistem SCADA bertujuan untuk memonitoring keseluruhan sistem pembangkit serta tersedia tombol untuk mengaktifkan dan mematikan sistem sehingga dapat mengetahui keadaan sistem dengan hanya menggunakan *Central Processing Unit (CPU)*

Langkah pertama memulai program dengan *inscape*. Untuk membuat tampilan utama *plan*.

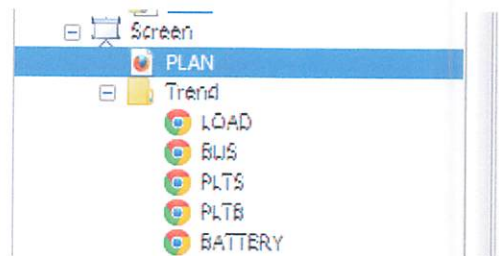


Gambar 3.17 Lembar Kerja Inscap

3.3.15.2 Perancangan *Trending Time* sistem PLTH pada SCADA

Sistem *Trending Time* digunakan untuk memantau besaran tegangan, arus setiap pembangkit dan parameter keadaan lingkungan sekitar pembangkit seperti radiasi matahari, dan suhu untuk PLTS dan kecepatan angin serta arah mata angin untuk PLTS, maka dari itu didalam sistem SCADA diwajibkan adanya *Trending Time* untuk memantau dan mengakses sepanjang waktu.

Langkah pertama memulai program dengan *integraXor editor*. Untuk membuat tampilan *Trending Time*, dan pilih sub *item screen*.



Gambar 3.18 Lembar Kerja IntegraXor Editor

Sistem *Trending Time* ini menggunakan bahasa HTML (*hypertext Markup Language*). Dengan begitu sistem *Trending Time* ini dapat ditampilkan pada sistem SCADA yang berbasis *web* ini.

```

!DOCTYPE HTML>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<title>Plot</title>
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8"/>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="system/styles/1gfx.css" />
<!--[if IE 5]>
<link rel="stylesheet" media="screen, print" href="system/styles/plot.compat.css" />
</endif-->
</head>
<body scroll="no" class="no-scroll">
<div class="trend" id="placeholder" style="top:0;left:0;"></div>
</body>
<script type="text/javascript" src="system/scripts/1gfx.js"></script>
<script type="text/javascript">
var pen = [
    {
        name: 'PV TEMPERATURE',
        enabled: true,
        unit: '°deg;C',
        min: 0,
        max: 100,
        penA: [
            {
                name: 'PV TEMPERATURE',
                tag: 'c-01a',
                format: '#0.##'
            }
        ]
    },
    {
        name: 'PV RADIATION',
        enabled: true,
        unit: 'w/m<sup>2</sup>',
        min: 0,
        max: 1000,
        penA: [
            {
                name: 'PV RADIATION',
                tag: 'lx-01a',
                format: '#0.##'
            }
        ]
    }
]

```

Gambar 3.19 Lembar Kerja HTML *Trending Time* PLTS

```

119.197.19.111 - Netscape
File Edit Format View Help
<!DOCTYPE HTML>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
  <title>Plot</title>
  <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8"/>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="system/styles/igrx.css" />
  <!--[if !IE 7]>
  <link rel="stylesheet" media="screen, print" href="system/styles/plot.compat.css" />
  <![endif]-->
</head>
<body scroll="no" class="no-scroll">
  <div class="trend" id="placeholder" style="top:0;left:0;"></div>
</body>
<script type="text/javascript" src="system/scripts/igrx.js"></script>
<script type="text/javascript">
var pen = [
  {
    name: 'WIND SPEED',
    enabled: true,
    unit: 'm/s',
    min: 0,
    max: 500,
    pen: {
      name: 'WIND SPEED',
      enabled: false,
      tag: 'ax1a_plt1b',
      format: '#0.##'
    }
  },
  {
    name: 'WIND DIRECTION',
    enabled: true,
    unit: 'deg',
    min: 0,
    max: 360,
    pen: {
      name: 'WIND DIRECTION',
      tag: 'ax1a_plt1b',

```

Gambar 3.20 Lembar Kerja HTML *Trending Time* PLTB

```

119.197.19.111 - Netscape
File Edit Format View Help
<!DOCTYPE HTML>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
  <title>Plot</title>
  <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8"/>
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="system/styles/igrx.css" />
  <!--[if !IE 7]>
  <link rel="stylesheet" media="screen, print" href="system/styles/plot.compat.css" />
  <![endif]-->
</head>
<body scroll="no" class="no-scroll">
  <div class="trend" id="placeholder" style="top:0;left:0;"></div>
</body>
<script type="text/javascript" src="system/scripts/igrx.js"></script>
<script type="text/javascript">
var pen = [
  {
    name: 'LOAD CURRENT',
    enabled: true,
    unit: 'Ampere',
    min: 0,
    max: 6,
    pen: {
      name: 'LOAD CURRENT',
      tag: 'l_load',
      format: '#0.##'
    }
  },
  {
    name: 'LOAD VOLTAGE',
    enabled: true,
    unit: 'volt',
    min: 0,
    max: 240,
    pen: {
      name: 'LOAD VOLTAGE',
      tag: 'v_load',
      format: '#0.##'
    }
  }
];

```

Gambar 3.21 Lembar Kerja HTML *Trending Time* Load

```

HTML - Notepad
File Edit Format View Help
<!DOCTYPE HTML>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<title>Plot</title>
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8"/>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="system/tylar/igrx.css" />
<!--[[if [ta 2E 7]]>
<link rel="stylesheet" media="screen, print" href="system/tylar/plot.compat.css" />
</endif-->
</head>
<body scroll="no" class="no-scroll">
<div class="trend" id="placeholder" style="top:0;left:0;"></div>
</body>
<script type="text/javascript" src="system/scripts/igrx.js"></script>
<script type="text/javascript">
var pen = [
    {
        name: 'BUS CURRENT',
        enabled: true,
        unit: 'ampere',
        min: 0,
        max: 10,
        penA: [
            {
                name: 'BUS CURRENT',
                tag: 'I_Bus',
                format: '#0.##'
            }
        ]
    },
    {
        name: 'BUS VOLTAGE',
        enabled: true,
        unit: 'volt',
        min: 0,
        max: 10,
        penA: [
            {
                name: 'BUS VOLTAGE',
                tag: 'V_Bus',
                format: '#0.##'
            }
        ]
    }
]

```

Gambar 3.22 Lembar Kerja HTML *Trending Bus DC*

3.3.15.3 Perancangan *Report Time* sistem SCADA pada PLTH

Sistem *Report time* sistem SCADA pada PLTH bertujuan untuk menyimpan data-data penting yang nantinya akan diekspor ke bentuk .RTF sehingga user dapat memiliki data base yang tertata dan rapih.

Sistem *Report time* ini menggunakan bahasa HTML (*hypertext Markup Language*). Dengan begitu sistem *Report time* ini dapat ditampilkan pada sistem SCADA yang berbasis *web* ini.

sedikit menerima panas, yang berakibatkan akan terjadi aliran udara pada wilayah tersebut.

Faktor terjadinya angin, yaitu:

- Gradien barometris

Bilangan yang menunjukkan perbedaan tekanan udara dari 2 isobar yang jaraknya 111 Km. Makin besar gradient barometrisnya, semakin cepat tiupan angin.

- Letak Tempat

Kecepatan angin didekat khatulistiwa lebih cepat dari yang jauh dari garis khatulistiwa.

- Tinggi Tempat

Semakin tinggi tempat, semakin kencang pula angin yang bertiup, hal ini disebabkan oleh pengaruh gaya gesekan yang menghambat laju udara. Di permukaan bumi, gunung, pohon dan topografik yang tidak rata lainnya memberikan gaya gesekan yang besar. Semakin tinggi suatu tempat, gaya gesekan ini semakin kecil.

- Waktu

Disiang hari angin bergerak lebih cepat dari pada dimalam hari.

2.4. Pengertian *Programmable Logic Controller (PLC)*

Sejak tahun 1970, PLC sudah menggantikan penyiaran ulang *hardware* dengan suatu kombinasi *software* ladder-logic dan masukan elektronik dan keluaran modul. Mereka juga sering digunakan dalam implementasi suatu SCADA seperti RTU mereka menawarkan suatu solusi standard perangkat keras, dimana sangat menghargai keekonomisan.

Programmable Logic Control (PLC) adalah suatu peralatan elektronika digital yang dapat memprogram memori untuk menyimpan instruksi-instruksi dan melaksanakan fungsi khusus seperti logika, *sekuensial*, *timer*, *counter* dan aritmatika untuk kontrol mesin dan proses. *Programmable Logic Control (PLC)* adalah tipe sistem kontrol yang memiliki *input device* yang disebut sensor, *controller* serta *output device*. Peralatan yang dihubungkan pada PLC yang berfungsi mengirim sebuah sinyal ke PLC disebut *Input device*. Sinyal input

masuk ke *Programmable Logic Control* (PLC) disebut *input point*. *Input point* ini ditempatkan dalam lokasi memori sesuai dengan statusnya *on* dan *off*. Lokasi memori ini disebut lokasi bit. CPU dalam suatu siklus proses yang normal memantau keadaan dari *input point* dan menjalankan *on* dan *off* sesuai dengan *input* bitnya. Demikian juga dengan *output bit* dalam memori dimana *output point* pada unit ditempatkan, mengirimkan sinyal output ke *output device*. *Output bit* akan *on* untuk mengirimkan sebuah sinyal ke peralatan output melalui *output point*.

CPU secara periodik menjalankan *output point on* atau *off* sesuai dengan status dari *output bit*. Sistem kontrol adalah *Programmable Logic Control* (PLC) dan seluruh peralatan I/O device yang digunakan untuk mengontrol sistem eksternal. Sebuah sensor yang mengirim informasi adalah *input device* yang merupakan bagian dari sistem kontrol.

PLC dirancang untuk beroperasi pada lingkungan industri yang berdebu dengan tingkat polusi tinggi dan perubahan temperatur 0-60°C dan kelembaban antara 0 % - 95 %.

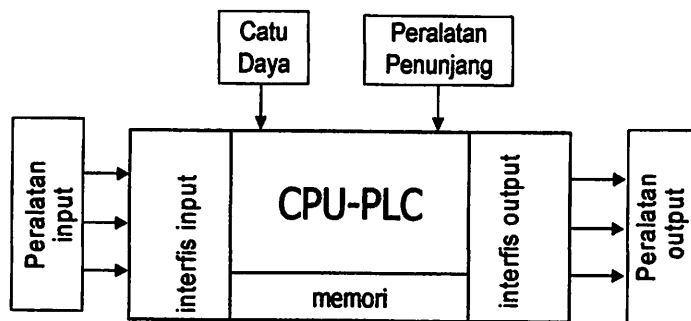
2.4.1. Fungsi PLC (*Programable Logical Control*)

Sebenarnya PLC mempunyai fungsi tunggal untuk menggantikan kerja relay, tetapi karena kemampuan dan komponen-komponen mikroprosesor mempunyai kelebihan sehingga PLC dikembangkan dalam suatu sistem komputer yang mempunyai kemampuan luas yaitu dapat melakukan operasi aritmatik, konversi digital ke analog dan sebaliknya, membandingkan data serta menyelesaikan fungsi-fungsi yang kompleks.

PLC secara khusus dirancang untuk dapat menangani suatu sistem kontrol otomatis pada mesin-mesin industri ataupun aplikasi-aplikasi selain pada industri seperti kontrol lampu lalu lintas, air mancur, sistem bagasi pada lapangan terbang dan lain – lain.

2.4.2. Konfigurasi PLC (*Programmable Logical Control*)

Ada tiga komponen utama yang menyusun PLC yaitu : *Central Processing Unit* (CPU), *input* atau *output*, dan *programming device*. Seperti digambarkan pada blok diagram 2.5. Sedangkan komponen lainnya adalah seperti : power supply, recorder player / tape atau disk, *optional remote interconnection*, dan *optional remote master computer*. CPU bekerja berdasarkan mikroprosesor yang bekerja menggantikan fungsi *relay*, *counter*, *timer*, dan *sequences*. Karenanya programmer bisa membuat rangkaian yang menggunakan fungsi – fungsi relay diatas.



Gambar 2.6 Diagram Blok Sistem Kendali PLC

Fungsi-fungsi tiap bagian :

a. Unit *Input / Output*

Berfungsi untuk mendeteksi kondisi on-off sinyal yang diterima dari peralatan luar yang dihubungkan ke bagian *input/output*, juga menyesuaikan sinyal tegangan kedalam arus level atau tingkat konstan serta menghilangkan sinyal yang tidak terpakai, kemudian diimplementasikan ke peralatan yang akan dikontrol.

Terdapat modul input analog pada beberapa PLC, seperti CPM1A-MAD11 dari sebuah ZELIO SR3. Modul ini digunakan untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal digital. Hal ini memungkinkan untuk mengurangi nomor-nomor dari *word input* yang *input unit* analognya tergantung oleh pembatasan angka dari point input dari unit-unit input analog ke maksimum 2 unit *input analog*. Pengubahan data ditempatkan pada word input yang dialokasikan ke unit input analog. Pengubahan data dilakukan hanya jika membaca isi word input. Unit input analog memiliki batasan tegangan sinyal input dari (0 s/d +5) V, (1 s/d

5) V, (0 s/d 10) V dan (-10 s/d 10) V. Beberapa dari batasan tersebut dapat dikombinasikan secara bebas dengan CPM1A-MAD11 yang mempunyai batasan arus sinyal input dari 0 sampai 20 mA dan 4 sampai 20 mA. Unit input analog diakui sebagai nilai rata-rata fungsi pemrosesan sehingga output stabil dalam mengkonversikan data. Unit ini juga diakui mendeteksi kabel yang putus, mendeteksi tidak terhubungnya beberapa kawat input yang sebelumnya telah terhubung ke unit input analog yang memberikan batasan input dari (4 s/d 20) mA atau (1 s/d 5) V. Unit display digunakan untuk input program atau untuk memeriksa apa yang terdapat didalam memori. Dari unit ini dapat diketahui bentuk kode mnemoniknya atau ladder diagram yang telah kita masukkan, serta keadaannya saat dilakukan running program. Sehingga memudahkan untuk mengetahui benar atau salah program ladder atau kode mnemonik yang kita masukkan.

b. *Control Prosessing Unit (CPU)*

Unit ini berfungsi untuk memanggil, menterjemahkan, dan mengeksekusi program yang tersimpan dalam memori yang berasal dari unit input. Selain itu CPU juga menerima data yang berupa digit biner, aritmatik, dan operasi logika yang datanya disesuaikan dengan instruksi yang disimpan dalam memori. CPU dari sebuah PLC dibangun dari sebuah mikroprocessor sebagai rangkaian pemroses sata yang bentuknya kecil dan terdapat dalam sebuah chip silicon tunggal. Struktur internal dari sebuah PLC membandingkan hubungan input dengan output, menyimpan dalam bentuk register dan mengontrol elemen yang disebut arithmatik dan logic unit (ALU). Interface dari sebuah I/O pada CPU digunakan untuk membaca data dari memori dan menulis data ke memori lewat jalur bus. CPU terdiri dari beberapa hal, antara lain:

1. Register

Register digunakan dalam kebanyakan *Central Processing Unit*, dimana elemen memori digunakan untuk menyimpan sejumlah bit untuk sementara waktu. Register tersebut terdapat dalam mikroprocessor. Sedangkan data register berada dalam RAM yang digunakan untuk menyimpan flag, counter, timer, dan beberapa tipe data yang lain. Setiap lokasi dari bit dapat menyimpan biner 1 atau 0. empat bit register dalam sebuah nibble, berupa data 4 bit. Untuk register 8 bit tersimpan

dalam sebuah bit, berupa data 8 bit. Sedangkan untuk register 16 bit tersimpan dalam sebuah word, berupa data 16 bit.

2. *Flag register*

Keadaan sebuah bit (logika 1 atau 0) digunakan untuk menunjukkan beberapa kondisi kejadian/peristiwa yang disebut *flag*. Register yang menyimpan beberapa bit flag disebut *Flag Register*.

3. *Auxiliary Relay*

Auxiliary relay adalah elemen memori bit tunggal yang berlokasi di RAM yang bisa dimanipulasi oleh programmer. Disebut *auxiliary* karena dapat dimanipulasi sebagai internal relay bayangan. *Auxiliary relay* dapat juga disebut *holding relay* yang dapat digunakan untuk menyimpan data saat catu daya mati.

4. *Shift Register*

Beberapa bit yang tersusun didalam register dapat dipindahkan dalam satu posisi yaitu ke kiri atau ke kanan dengan aplikasi pada *shift command* atau pulsa. Oleh sebab itu register tersebut dinamakan *shift register* dan dapat digunakan untuk aplikasi kontrol sekuensial.

5. *Binary Counter*

Fungsi dari *binary counter* untuk menambah (ditambah satu) atau mengurangi satu data biner yang tersimpan didalam register dan membandingkannya dengan dua register yang berbeda, counter digunakan untuk mencacah, misalnya untuk menghasilkan pulsa digital dari peralatan switching yang dihubungkan ke input port. Output biasanya dihasilkan setelah pulsa input dihitung / dicacah. Harga penghitungan yang dikehendaki disimpan dalam data register.

6. *Timer*

CPU dibangun dari clock isolator yang mengontrol kecepatan operasinya. CPU menggunakan sinyal clock untuk menghasilkan *delay time*. *Delay time* digunakan untuk menjaga *output relay* agar periodenya tetap.

7. *Memory*

Karakteristik memory ini mudah dihapus. Data memori mudah terhapus ketika terjadi keadaan mati oleh catu daya, begitu pula sebaliknya. Tipe umum memory meliputi semikonduktor memory dan *magnetik disk*.

c. *Unit Programming Device*

Berfungsi untuk memasukkan bahasa pemrograman. Dalam hal ini ladder diagram ke dalam EPROM PLC, ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain melalui *Console Device*, *Syswin* dan sebagainya.

2.4.3. PLC digunakan sebagai RTU (*Remote Terminal Unit*)

Suatu PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah suatu komputer yang terdiri dari alat atau perangkat keras yang memproses dan mengendalikan peralatan industri. Pada awalnya dirancang sebagai fungsi logika. Fungsi yang dieksekusi oleh penyiaran ulang, tombol drum dan mekanik *timer* atau *counters*. Analog kendali kini menjadi suatu standard bagian dari PLC operasi.

Keuntungan suatu PLC di bandingkan RTU dari berbagai pabrikan adalah dapat berperan sebagai *general-purpose* dan dapat dengan mudah karena disediakan untuk berbagai fungsi yang berbeda.

Konstruksi nyata dari suatu PLC dapat bertukar secara luas dan tidak banyak berbeda dari generalisasi pada diskusi RTU yang baku. PLC sangat populer untuk pertimbangan yang berikut:

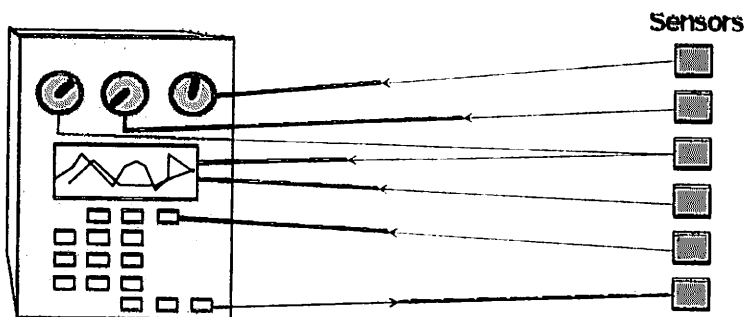
- 1 Solusi ekonomi. PLC adalah suatu solusi yang lebih ekonomi dibanding suatu solusi penyiaran ulang hardwired RTU yang dihasilkan.
- 2 Keunggulan Dan Fleksibilitas. PLC dapat dengan mudah mempunyai perangkat keras yang dimodifikasi untuk kebutuhan kendali.
- 3 Mendesain dan menginstalasi. PLC membuat instalasi dan disain SCADA sistem lebih mudah karena penekanan pada perangkat lunak.
- 4 Kendali canggih PLC mempertimbangkan kendali canggih yang jauh lebih besar dengan perangkat lunak dibanding RTU.
- 5 Ringkas. PLC memuat jauh lebih sedikit ruang dibanding solusi alternatif.

- 6 Diagnostik dan troubleshooting lebih mudah. Perangkat lunak dan melaporkan permasalahan kebersihan dan hasil diagnosa burung layang-layang tentang *hardware* atau *firmware* atau *software*. Permasalahan pada sistem seperti halnya yang mengidentifikasi permasalahan dengan proses dan sistem otomasi.

2.5. Pengertian SCADA

Pengertian SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) yaitu sistem otomatisasi dan pengawasan proses industri yang digunakan untuk pemusatan *monitoring* dan *controlling* peralatan industri lokal atau *remote*. SCADA mengacu pada suatu sistem yang mengumpulkan data dari berbagai sensor pada suatu industri atau di lain tempat yang dikendalikan *remote* dan kemudian mengirimkan data ini pada suatu komputer pusat yang kemudian mengatur dan mengendalikan data itu. Pada prakteknya pengumpulan data umumnya adalah data yang diambil dari lokasi *plant* yang akan diawasi (*supervisory*).

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sepanjang ini telah menjadi sistem kontrol. Pertama sistem SCADA menggunakan data yang didapatnya oleh alat pada panel meter, cahaya dan perekam potongan grafik. Operator yang mengoperasikan berbagai tombol kendali mencoba-coba kendali pengawasan. Alat ini ada dan tetap digunakan untuk kendali pengawasan dan mendapatkan data dari alat atau mesin, pabrik-pabrik dan fasilitas pembangkit tenaga. Gambar 2.7 berikut menunjukkan suatu sensor ke sistem panel.



Gambar 2.7. Sensor ke Panel menggunakan Arus atau Tegangan

Sensor ke panel merupakan jenis sistem SCADA yang mempunyai keuntungan sebagai berikut:

1. Sederhana, tidak ada banyak CPU, RAM, ROM atau perangkat lunak pemrograman yang diperlukan.
2. Sensor dihubungkan secara langsung kepada pengukur, saklar dan sinar pada panel.
3. Bisa jadi dalam kebanyakan keadaan lebih mudah dan murah untuk menambahkan suatu alat sederhana seperti suatu tombol atau indikator.

Kerugian-Kerugian dari suatu panel langsung ke sistem sensor adalah:

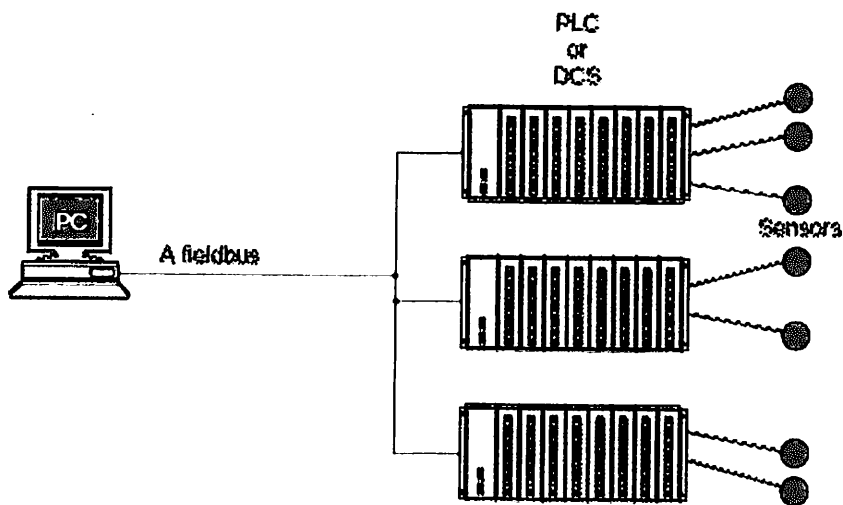
1. Jumlah kabel menjadi tidak terkendali setelah instalasi ratusan sensor.
2. Kuantitas dan jenis data adalah minimal dan bersifat elementer.
3. Instalasi dari tambahan sensor menjadi semakin keras seperti sistem tumbuh.
4. Pembentukan sistem kembali menjadi sangat sulit.
5. Simulasi menggunakan data riil yang tidak mungkin.
6. Penyimpanan data adalah minimal dan sulit untuk mengatur.
7. Tidak ada batasan lokasi monitoring data atau alarm.
8. Seseorang harus mengamati angka telepon dan mengukur 24 jam dalam sehari.

2.5.1. Prinsip Pokok dari Sistem SCADA Modern

Di dalam pabrikasi modern dan proses industri, industri tambang, publik dan kegunaan pribadi, kenyamanan dan keamanan telemetri industri adalah sering diperlukan untuk menghubungkan peralatan dan sistem bagian yang dipisahkan oleh jarak yang panjang. Ini dapat mencakup dari beberapa meter ribuan kilometer. Telemetering digunakan untuk mengirimkan perintah, program dan menerima informasi monitoring dari penempatan remote ini.

SCADA mengacu pada kombinasi telemetri dan data yang didapatnya. SCADA meliputi pengumpulan informasi, pemindahan informasi kembali ke lokasi pusat, menyelesaikan analisa dan mengendalikan apapun yang diperlukan kemudian mempertunjukkan informasi itu pada operator atau display.

Pada awal hari didapatkannya data, misalnya dari relay logika yang telah digunakan untuk kendali produksi dan sistem di suatu pabrik. Dengan kedatangan CPU dan alat elektronik lain, pabrikan elektronika digital disatukan ke dalam peralatan relay logika. PLC atau *programmable logic controller* masih tetap merupakan satu yang paling luas penggunaannya dalam sistem kontrol industri. Ketika diperlukan untuk memonitor dan mengendalikan peralatan lebih di dalam perkembangan pabrik, banyak PLC telah dipasarkan dan menjadi sistem ukuran yang lebih simpel dan kecil. PLC dan DCS (Distributed Control Systems) digunakan seperti ditunjukkan di bawah.



Gambar 2.8 PC ke PLC atau DCS dengan Fieldbus dan Sensor

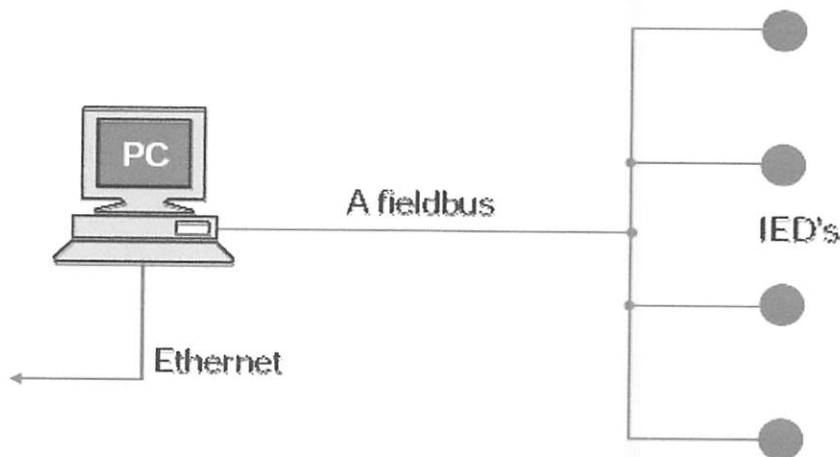
Keuntungan PLC atau DCS pada sistem SCADA adalah:

- 1 Komputer dapat merekam dan menyimpan suatu jumlah data yang sangat besar.
- 2 Data dapat ditampilkan dalam bagaimanapun pemakai yang memerlukan.
- 3 Beribu-ribu sensor di atas suatu area dapat dihubungkan kepada sistem.
- 4 Operator dapat menyertakan simulasi data riil ke dalam sistem.
- 5 Banyak jenis data dapat dikumpulkan dari RTU.
- 6 Data dapat dipandang dari di manapun, tidak hanya ditempat

Kerugiannya adalah:

- 1 Sistem jadi lebih rumit dibanding jenis sensor ke panel
- 2 Diperlukan perberbedaan ketrampilan operasi, seperti sistem analisa dan programmer.
- 3 Dengan beribu-ribu sensor yang ada tetap banyak kabel yang harus ditangani.
- 4 Operator hanya dapat melihat sejauh PLC.

Ketika kebutuhan untuk sistem yang lebih kecil dan pandai berkembang, sensor telah dirancang dengan kecerdasan PLC dan DCS. Alat ini dikenal sebagai IED's (*Intelligent Electronic Devices*). IED's dihubungkan pada suatu *fieldbus*, seperti *Profibus*, *Devicenet* atau Pondasi *Fieldbus* pada PC. Mereka meliputi kecerdasan yang cukup untuk memperoleh data, mengkomunikasikan pada alat lain, dan menjaga keseluruhan bagian program dari mereka. Masing-Masing ini sensor yang hebat dapat mempunyai lebih dari satu sensor diatas papan. Secara khas, suatu IED's bisa berkombinasi suatu sensor masukan analog, keluaran analog, PID kendali, sistem komunikasi dan memori program di dalam satu alat.



Gambar 2.9 PC ke IED menggunakan fieldbus

Keuntungan dari PC ke sistem fieldbus IED adalah:

- 1 Meminimal pemasangan kawat yang dibutuhkan.
- 2 Operator dapat melihat hingga penunjukkan pengukuran sensor.

- 3 Penerima data dari alat dapat meliputi informasi seperti serial angka-angka, model angka-angka, ketika diinstall dan oleh siapa.
- 4 Semua alat adalah tinggal pakai maka instalasi dan pengantiannya mudah.
- 5 Alat lebih kecil berarti lebih sedikit keadaan ruang untuk sistem didapatnya data.

Kerugian-Kerugian dari suatu PC ke IED sistem adalah:

- 1 Sistem yang lebih canggih memerlukan karyawan yang terlatih lebih baik.
- 2 Harga Sensor lebih tinggi (tetapi ini adalah pengganti dari ketiadaan PLC).
- 3 IEDS lebih mempercayakan pada sistem komunikasi.

2.5.2. Perangkat Keras SCADA

Suatu sistem SCADA terdiri dari sejumlah remote terminal unit (RTU) yang mengumpulkan bidang data dan pengiriman data kembali ke seorang setasiun pusat, via suatu sistem komunikasi. Setasiun utama menampilkan data yang diperoleh dan mengizinkan operator untuk melaksanakan tugas kendali remote.

Data yang tepat waktu dan akurat mempertimbangkan optimisasi operasi pabrik dan diproses. Manfaat meliputi efisien, dapat dipercaya dan yang paling penting, kemampuan menyimpan operasi. Ini mengakibatkan suatu ongkos operasi lebih rendah yang dibandingkan dengan sistem yang tidak diotomasi lebih awal.

Pada sistem SCADA lebih kompleks, ada lima tingkatan utama atau hirarki:

- 1 Bidang mengukur peralatan dan kendali alat
- 2 Terminal dan RTU
- 3 Sistem komunikasi
- 4 Station utama
- 5 Sistem komputer departemen pengolahan data yang komersil

RTU menyediakan suatu alat penghubung kepada medan analog dan sensor digital yang terletak di masing-masing lokasi remote. Sistem komunikasi menyediakan jalan kecil untuk komunikasi antar setasiun utama dan lokasi remote. Sistem komunikasi ini dapat memasang kabel, serabut optic, radio, garis telepon, gelombang mikro dan bahkan mungkin satelit. Spesifik protokol dan

kesalahan pendeteksian filosofi digunakan untuk efisien dan maksimum perpindahan jumlah data.

Stasiun utama data lipatan dari berbagai RTU dan biasanya menyediakan suatu alat penghubung operator untuk menampilkan informasi dan lokasi yang terkendali. Di dalam sistem telemetri besar, sub-master lokasi mengumpulkan informasi dari lokasi remote dan bertindak sebagai suatu penyiaran ulang kembali ke stasiun kendali utama.

2.5.3. Fungsi Utama SCADA

Fungsi utama SCADA adalah:

1. Fungsi TS (*Tele Signal*)
2. Fungsi TC (*Tele Controlling*)
3. Fungsi TM (*Tele Metering*)

Di dalam hubungan antara PC maka dari SCADA sendiri sebagai *monitoring* dan *interface* ke mikrokontroller dan dapat juga melalui PLC atau RTU (*remote I/O*). Di dalam hubungan interkoneksi antar PC dan *remote I/O* membutuhkan *interface* yang membutuhkan catu daya sesuai dengan *interface* yang diminta atau dibutuhkan.

2.5.4. Pertimbangan dan Keuntungan-keuntungan Sistem SCADA

Pertimbangan umum ketika meletakkan suatu sistem SCADA bersama-sama adalah:

- 1 Keseluruhan kebutuhan kendali.
- 2 Urutan logika.
- 3 Kendali analog *loop*.
- 4 Perbandingan dan jumlah analog ke poin digital.
- 5 Kecepatan kendali dan didaptnya data.
- 6 Master/Operator Stasiun kendali.
- 7 Jenis tampilan yang diperlukan.
- 8 Kebutuhan *archiving* histories.
- 9 Pertimbangan sistem.
- 10 Reliabilitas dan availabilitas.

- 11 Kecepatan komunikasi, waktu terbaru, sistem meneliti tingkat tarip.
- 12 Sistem pemborosan.
- 13 Kemampuan perluasan.
- 14 Perangkat lunak Aplikasi dan peragaan.

Sebenarnya, suatu sistem awal SCADA biaya harus dibenarkan. Beberapa pertimbangan khas untuk menerapkan suatu SCADA sistem adalah:

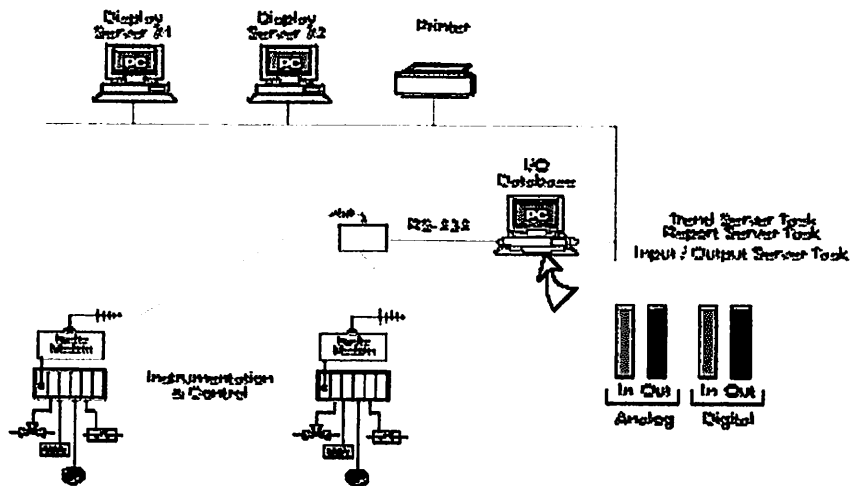
- 1 Meningkatkan operasi plant atau proses menghasilkan tabungan uang dalam kaitan dengan sistem optimisasi.
- 2 Meningkatkan produktifitas personal.
- 3 Sistem peningkatan keselamatan dalam kaitan dengan informasi lebih baik dan meningkatkan kendali.
- 4 Perlindungan peralatan *plant*.
- 5 Perlindungan lingkungan dari suatu kegagalan sistem.
- 6 Penghematan energi yang ditingkatkan dalam kaitan dengan optimisasi *plant*.
- 7 Peningkatan dan penerimaan data lebih cepat sedemikian sehingga klien mendapat faktur lebih cepat dan akurat.
- 8 Peraturan pemerintah untuk keselamatan dan metering gas (untuk royalti dan pajak dan lain-lain).

2.5.5. Perangkat Lunak SCADA

Perangkat lunak SCADA dapat dibagi menjadi dua jenis, kepemilikan atau terbuka. Perusahaan berkembang kepemilikan perangkat lunak untuk mengkomunikasikan pada perangkat keras mereka. Sistem ini dijual seperti solusi 'kunci'. Masalah yang utama dengan sistem ini adalah kepercayaan yang berlimpahan pada penyalur sistem. Membuka sistem perangkat lunak sudah memperoleh ketenaran karena mereka membawa sistem interoperabilas. Interoperabilas adalah kemampuan untuk mencampur perbedaan pabrikan peralatan pada sistem yang sama.

Sistem pemrograman SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam *software* seperti: *MoviconX²*, *Winloog*, *Protool* dan lain-lain. *Citect* Dan *Wonderware* hanya dua di

antara paket *software* yang terbuka tersedia pasar untuk sistem SCADA. Beberapa paket kini mencakup manajemen *asset* yang terintegrasi di dalam sistem SCADA. Komponen khas suatu sistem SCADA adalah yang ditandai pada diagram yang berikutnya.



Gambar 2.10. Typical SCADA Sistem

Kunci gambaran perangkat lunak SCADA adalah:

- 1 Pemakai alat penghubung.
- 2 Penunjukan grafik.
- 3 Alarm
- 4 Trends
- 5 Alat penghubung RTU (PLC)
- 6 Scalabilitas
- 7 Akses ke data
- 8 Database
- 9 Networking
- 10 Toleransi kesalahan dan pemborosan
- 11 Pengolahan pembagi-bagian *Client* dan *Server*

2.6. Komunikasi Interface

Sistem komunikasi data merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengkomunikasi suatu data dari suatu perangkat keras (*hardware*) sebagai PLC ke manusia sebagai operator melalui MMI (*Man Machine Interface*) yang dapat berupa *software* ataupun perangkat keras lainnya.

2.6.1 Komponen Sistem Komunikasi Data

Komponen Sistem komunikasi data terdiri dari *hardware* dan *software* yang saling berhubungan satu dengan lainnya sehingga manusia (sebagai operator) dapat mengetahui kondisi dan status dari mesin yang sedang dijalankan. Komponen *hardware* berupa peralatan ataupun mesin yang dijalankan oleh manusia yang akan diketahui statusnya dan perangkat lainnya yang berfungsi menghubungkan mesin tersebut ke MMI. Komponen *software* merupakan komponen opsional, yang berfungsi mempermudah pembacaan hasil komunikasi data dari mesin ke MMI.

a. RS232

RS232 adalah standar komunikasi serial antar periperal-periperal. Contoh paling sering kita pakai adalah antara komputer dengan modem, atau komputer dengan komputer. Standar ini menggunakan beberapa piranti dalam implementasinya. Paling umum yang dipakai adalah plug DB9 atau DB25. Untuk rs232 dengan DB9, biasanya dipakai untuk serial port pada komputer pribadi. Dipakai untuk port mouse dan modem serta dapat melaksanakan komunikasi dengan jarak kurang dari 5-10 meter.

Tabel 2.1

Fungsi dari masing-masing Pin RS232

D-Type-25 Pin No.	D-Type-9 Pin No.	Abbreviation	Full Name
Pin 2	Pin 3	TD	Transmit Data
Pin 3	Pin 2	RD	Receive Data
Pin 4	Pin 7	RTS	Request To Send
Pin 5	Pin 8	CTS	Clear To Send
Pin 6	Pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	Pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 22	Pin 9	RI	Ring Indicator



Gambar 2.11. Pin pada DB9 Female

b. RS485

RS-485 adalah teknik komunikasi data serial yang dikembangkan di tahun 1983 di mana dengan teknik ini, komunikasi dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 km. Selain dapat digunakan untuk jarak yang jauh teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban sekaligus hanya dengan menggunakan dua kabel saja tanpa memerlukan referensi ground yang sama antara unit yang satu dengan unit yang lainnya.

c. Converter RS232/485

Converter RS232/485 merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengubah atau mengkonversi protokol RS-232 ke RS-485 atau sebaliknya tergantung arah komunikasi. Converter RS232/485 biasanya digunakan untuk menghubungkan peralatan yang menggunakan RS-485 dengan komputer yang biasanya menggunakan RS-232.

Tabel 2.2

Tabel Perbedaan Karakteristik dari RS232, RS422, dan RS485

Characteristics of RS232, RS422, RS423 and RS485				
	RS232	RS423	RS422	RS485
Differential	no	no	yes	yes
Max number of drivers	1	1	1	32
Max number of receivers	1	10	10	32
Modes of operation	half duplex full duplex	half duplex	half duplex	half duplex
Network topology	point-to-point	multidrop	multidrop	multipoint
Max distance (acc. standard)	15 m	1200 m	1200 m	1200 m
Max speed at 12 m	20 kbs	100 kbs	10 Mbs	35 Mbs
Max speed at 1200 m	(1 kbs)	1 kbs	100 kbs	100 kbs
Max slew rate	30 V/ μ s	adjustable	n/a	n/a
Receiver input resistance	3.7 k Ω	\geq 4 k Ω	\geq 4 k Ω	\geq 12 k Ω
Driver load impedance	3.7 k Ω	\geq 450 Ω	100 Ω	54 Ω
Receiver input sensitivity	\pm 3 V	\pm 200 mV	\pm 200 mV	\pm 200 mV
Receiver input range	\pm 15 V	\pm 12 V	\pm 10 V	-7..12 V
Max driver output voltage	\pm 25 V	\pm 6 V	\pm 6 V	-7..12 V
Min driver output voltage (with load)	\pm 5 V	\pm 3.6 V	\pm 2.0 V	\pm 1.5 V

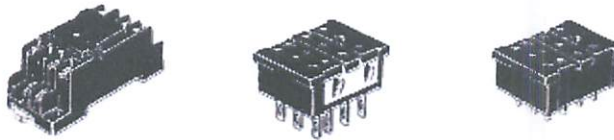
2.7. Relay

Relay adalah salah satu peralatan proses kontrol, dimana *relay* ini bekerja sebagai *switching* pada rangkaian kontrol. *Relay* bekerja berdasarkan sistem elektro mekanis. *Relay* terdiri dari sebuah kumparan dan inti yang bergerak dan dilengkapi dengan kontak yang dapat digerakkan. Jika kumparan diberi *suplay* arus listrik, maka akan timbul gaya yang akan menggerakkan inti besi dan akan menggerakkan kontak-kontak dari *relay* tersebut.



Gambar 2.12. Relay

Relay yang digunakan pada kontrol biasanya terdiri dari dua bagian, yaitu *relay* itu sendiri dan soketnya, diatas diperlihatkan gambar *relay* yang sudah dipasang pada soketnya, sedangkan gambar dibawah memperlihatkan soket *relay* yang terpisah.



Gambar 2.13. Soket Relay

Jumlah kontak yang dimiliki oleh setiap relay tersebut bermacam-macam, ada relay yang mempunyai 2 kontak, 3 kontak, dan 4 kontak. Semuanya itu tergantung dan type relay itu sendiri.

Relay memiliki kontak change over (co), dimana tiap kontak terdiri dari sepasang kontak normally close (nc) dan normally open (no). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan relay untuk peralatan kontrol adalah sebagai berikut:

a). Kemampuan kontak

Yang dimaksud dengan- kemampuan kontak adalah berapa lama kontak-kontak suatu relay dapat bekerja secara terus menerus, dan kemampuan kontaknya terhadap kapasitas arus yang dapat ditanggungnya.

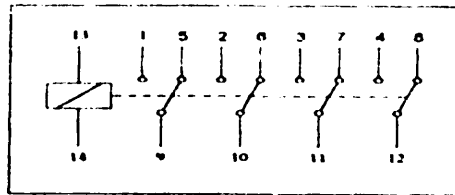
b). Rating tegangan koil

Rating tegangan coil berbeda dengan rating tegangan kontak relay, spesifikasi tegangan relay perlu diperhatikan agar tidak terjadi kerusakan serta memperpanjang umur relay tersebut.

c). Jumlah kontak yang diperlukan

Pada suatu rangkaian kontrol pemakaian relay harus tepat agar sesuai dengan jumlah kontak yang terdapat pada relay itu yang mana untuk setiap type relay mempunyai jumlah kontak yang berbeda.

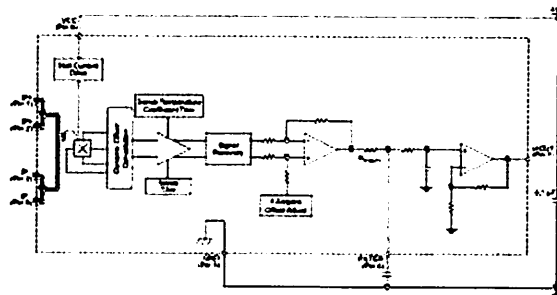
Berikut diperlihatkan gambar simbol relay beserta kontak kontaknya (4c0).



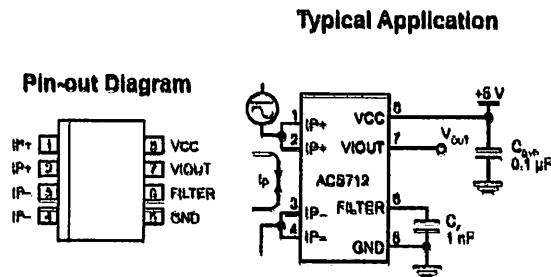
Gambar 2.14. Simbol Relay

2.8 Sensor Arus

Allegro ® ACS712 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC dan DC didunia industry, komersil, dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, low-offset, dan presisi. Saat arus mengalir dijalur tembaga pada bagian pin 1-4, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proposional seperti yang dapat dilihat pada blok diagram fungsi berikut.



Gambar 2.15. Blok Diagram ACS712



Gambar 2.16. Blok Diagram ACS712

Berikut ini adalah karakteristik dari sensor arus ACS712 :

- Ber-bandwidth 80 KHz
- Total output error 1.5 % pada $T_a = 25^\circ$
- Memiliki resistansi dalam 1.2 m Ω
- Tegangan sumber operasi tunggal 5.0 V
- Sensitivitas keluaran 66 – 185 mV/A
- Tegangan keluaran proposional terhadap arus AC dan DC
- Fabrikasi kalibrasi\
- Tegangan *offset* keluaran yang stabil
- *Hysterisis* akibat medan magnet mendekati nol
- Rasio keluaran sesuai tegangan sumber

ACS712 produk allegro ini diproduksi dengan tiga variasi maksimal pembacaan arus :

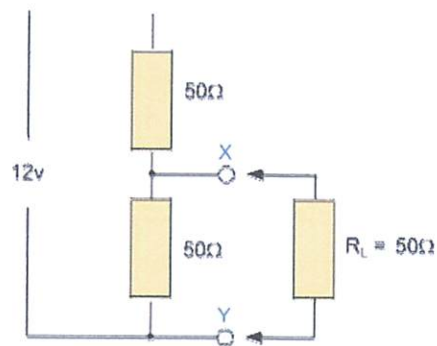
Tabel 2.3 Tipe-tipe IC ACS712

Part number	T_a ($^\circ\text{C}$)	Jangkauan	Sensitivitas (mV/A)
ACS712 5A	-40 - 85	5	185
ACS712 20A	-40 - 85	20	100
ACS712 30 A	-40 - 85	30	66

Sensor ACS712 ini pada saat tidak ada arus yang terdeteksi, maka keluaran pada V_{out} sensor 2.5 V. Dan saat arus mengalir dari IP+ ke IP-, maka keluaran akan >2.5 V dengan kelipatan sensitivitas tergantung dari *part number*.

2.9 Sensor Tegangan

Pembagi tegangan (*Voltage divider*) menghubungkan resistor seri seperti pada pembagi tegangan DC memiliki satu keuntungan, tegangan yang berbeda muncul disetiap resistor menghasilkan sebuah rangkaian yang disebut rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian yang ditunjukkan diatas adalah pembagi tegangan sederhana dimana tiga 1V, 2V, dan 6 V dihasilkan dari satu supply tegangan baterai 9 V. Hukum tegangan *kirchoff* menyatakan bahwa tegangan dalam rangkaian tertutup sama dengan jumlah semua tegangan (IR) diseluruh rangkaian. Rangkaian dasar resistor seri sebagai pembagi tegangan dapat dilihat pada gambar rangkaian dibawah ini :



Gambar 2.17. Rangkaian Pembagi Tegangan

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

2.10 I²C (Inter Integrated Circuit)

I²C (*Inter Integrated Circuit*) dikembangkan oleh Philips Semiconductor sejak tahun 1992 dengan komunikasi 2 arah antar IC dan atau antara sistem secara serial menggunakan 2 kabel.

Fitur utama I²C bus sebagai berikut:

- Hanya melibatkan dua kabel yaitu serial data line (SDA)
- Setiap IC yang terhubung dengan I²C memiliki alamat yang unik yang dapat diakses dengan software dengan *master/slave protocol* yang sederhana, dan mampu mengakomodasikan multi *master*.
- I²C merupakan serial bus dengan orientasi data 8 *bit (byte)*, komunikasi 2 arah, dengan kecepatan transfer data samapai 100Kbit/s pada mode *standart* dan 3.4 Mbit/s pada mode kecepatan tinggi.
- Jumlah IC yang dapat dihubungkan dengan I²C bus hanya dibatasi oleh beban kapasitansi pada bus yaitu maksimum 400 pF

Keuntungan I²C

- Meminimalkan jalur antara IC
- Menghemat luasan PCB
- Membuat sistem yang didesain beroreintasi software
- Membuat sistem yang didesain menjadi standart, sehingga dapat dihubungkan dengan sistem lain yang juga menggunakan I²C bus

2.11 RTC (*Real Time Clock*)

Real Time Clock berhubungan dengan waktu mulai dari detik, menit jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Tetapi IC RTC ini juga bisa dipakai untuk menyimpan data di dalam *internal* RAM RTC ini, di mana data tersebut tidak bisa hilang meskipun *supply* diputus, hal ini karena di dalam IC RTC tersebut ada *battery*-nya yang selalu hidup untuk menjalankan clock-nya jadi waktu (*clock*) tetap berjalan meskipun *supply* dimatikan.

IC RTC ini masih mempunyai kelebihan bisa dipakai sebagai *timer* atau *alarm*. Untuk hitungan detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun dengan tahun kabisat yang *vaild* sampai 2100 karena berlaku sampai 2100. *Mode* yang dipilah juga bisa 12 atau 24 jam.

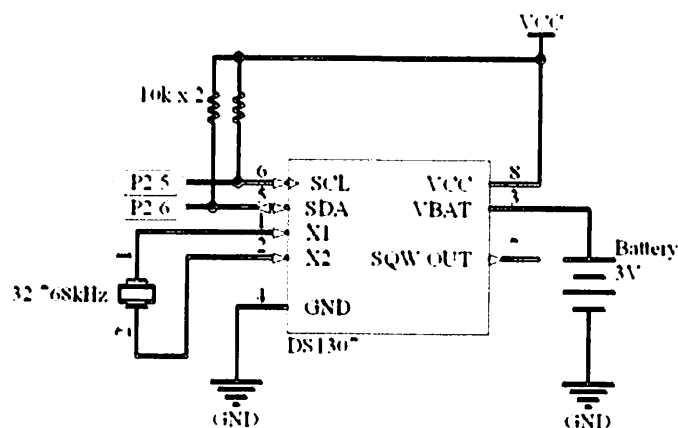
RTC DS1307 menggunakan teknik I²C yaitu memakai 2 jalur untuk keperluan transfer data seri.

Adapun karakteristik dari RTC DS1307 antara lain:

1. Penghitungan RTC mulai dari detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu dan tahun,
2. RAM *internal* sebesar 56 *byte*,
3. Antarmuka serial I²C
4. Sinyal kelurusan dalam bentuk gelombang kotak terprogram,
5. Konsumsi daya kurang dari 500 nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator.

2.11.1. Konfigurasi Pin RTC

Untuk lebih jelas mengenai fungsi dan kegunaan dari IC terlebih dahulu akan dijelaskan fungsi dari tiap-tiap pin pada IC keluarga DS1307, di mana diketahui bahwa IC DS1307 memiliki 8 pin atau kaki, seperti pada gambar 2.18



Gambar 2.18. RTC (Real Time Clock)

Adapun fungsi-fungsi pin RTC DS 1307 sebagai berikut:

1. Vcc dan Ground

Merupakan pin-pin catur daya, Vcc dihubungkan dengan catur daya +5V, dan dihubungkan pada ground.

2. Vbat

Input baterai untuk sumber energi yang standart adalah 3V. dalam beroperasi tegangan baterai harus berada diantara 2V dan 3V.

3. SCL

Digunakan untuk mensinkronkan pergerakan atau perubahan data dalam serial interface.

4. SDA

Adalah pin SLC mengeluarkan sinyal data

5. SWQ / OUT

Pin SQW dapat mengeluarkan sinyal salah satu dari 13 *taps* yang disediakan oleh 15 tingkat *pembagi internal* dari RTC

6. X1 dan X2

Terhubung dengan kaki Kristal 3.2768kHz

2.12. *Zelio Logic Smart Relay*

Smart relay adalah sebuah *device* yang mampu menerima banyak I/O yang beroperasi secara digital dimana sistem *device* ini menggunakan *memory* yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara *internal* instruksi – instruksi yang mengimplementasikan fungsi – fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan dan pencacahan untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul – modul I/O Digital maupun Analog

Smart Relay memiliki beberapa kelebihan antara lain

1. 2 type *Smart Relay* yang dapat dipilih : *type* modular atau kompak
2. Memiliki spesifikasi yang bervariasi dan pemrograman yang tidak membutuhkan waktu yang lama serta memiliki daya kerja yang baik
3. Pemrograman dapat menggunakan dua metode yaitu menggunakan *Functional Blok Diagram (FBD)* atau *Contact Language (Ladder)*
4. Untuk memonitor kerja pada *Smart relay* serta pemrograman secara langsung pada *smart relay* dapat menggunakan 2 cara, yaitu yang pertama adalah dengan cara langsung menggunakan tombol-tombol yang ada pada *Smart Relay* yang didukung juga dengan tersedianya layar LCD dengan menggunakan

back-lit. Cara yang kedua adalah dengan menggunakan sebuah komputer yang terinstal program untuk *smart relay*

Dengan *Smart Relay*, kita dapat mengoptimalkan waktu penginstalan, waktu pemrograman, dan biaya yang dikeluarkan. Terdapat 3 *mono block* model dengan 10, 12, 20 I/O versi atau tanpa display dan tombol. Bila diperlukan lebih dari I/O yang sudah ditawarkan pada *Zelio* atau membutuhkan hingga 40 I/O, maka dapat ditambahkan sebuah modular yang menawarkan performa serta fleksibilitas yang lebih baik. Dengan menambahkan modular ini, I/O dapat ditambahkan hingga 40 I/O

Supply pada *smart relay* ini digunakan *supply* tegangan sebesar 24 VDC. Untuk input *Smart Relay* ini juga dibutuhkan tegangan sebesar VDC. *Smart Relay* didesain untuk digunakan pada:

1. Industri . Digunakan untuk mesin kecil yang memerlukan sistem automasi serta digunakan untuk desentralisasi sistem automasi untuk mesin-mesin dari mesin yang berskala besar hingga berskala kecil.
2. Bangunan dan perumahan
 - Digunakan untuk mengatur cara kerja penerangan
 - Mengatur akses, kontrol dan pengawasan pada bangunan (contohnya: mall atau *shopping centre*) atau perumahan
 - Pengaturan pemanasan dan AC

2.12.1 PLC *Zelio Logic SR 3B*

Zelio Logic SR3 di desain untuk digunakan pada sistem automasi yang sederhana. *Zelio* ini dapat digunakan baik pada industri maupun pengaplikasian secara komersial.

Pada pengaplikasian di industri *Zelio SR3* ini banyak digunakan untuk:

- Automasi pada bagian *finishing*, produksi, perakitan atau mesin percetakan
- Sistem automasi untuk mesin-mesin agrikulture (irigasi, *pumping*, *greenhouse*, dll).

Sedangkan untuk pengaplikasian di bidang komersial:

- Automasi pada pengendalian akses dan pada pintu rumah

- Automasi untuk instalasi lampu untuk penerangan baik untuk rumah maupun jalan
- Automasi pada kompresor dan sistem AC

Karena bentuknya yang kompak dan mudah untuk digunakan membuat SR3 ini menjadi pilihan alternatif yang menarik, sebagai solusi dari pengaplikasian jenis *smart relay* yang sederhana. Pemrograman yang sederhana, menggunakan *ladder* dan fungsi blok diagram FBD *languages*, membuat lebih mudah untuk di aplikasikan dan digunakan, jika dibutuhkan, modular *smart relay* dapat digabungkan dengan *I/O extensions*. Untuk tingkat performa dan fleksibilitas yang tinggi, dari 10 hingga 40 I/O

Untuk pemrograman, dapat digunakan dengan dua cara, yaitu:

- Pada *Smart relay*, menggunakan simbol pada *smart relay (ladder language)*.
- Pada PC, menggunakan *Zelio Soft software*

Pada saat menggunakan PC, pemrograman dapat menggunakan dua cara baik dengan *Ladder Language* atau *Function Diagram Language (FBD)*. Untuk pengaturan *backlight* pada layar *Zelio* dapat diprogram melalui *Zelio Soft Software* dan dapat diaplikasikan secara langsung pada tombol-tombol yang ada pada *smart relays*.

Operasi pengaturan waktu pada *Zelio* ini akan terus bekerja dengan menggunakan tenaga baterai *lithium* yang dapat bertahan hingga 10 tahun. Data *backup (preset values dan current values)* disimpan pada EEPROM *flash memory* (bertahan hingga 10 tahun).

I/O extensions pada *zelio* ini, jika diperlukan dapat ditambahkan :

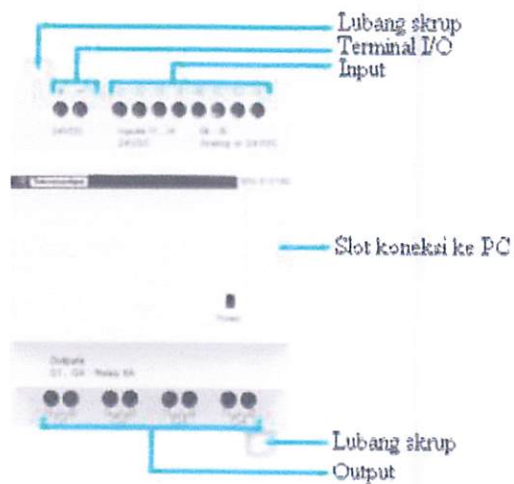
- 6,10, atau 14 I/O, yang disuply dengan 24 VDC melalui *smart relay*.
- 6,10, atau 14 I/O, yang disuply dengan 24 VAC melalui *smart relay*.
- 6,10, atau 14 I/O, yang disuply dengan 100 - 240 VAC melalui *smart relay*.

Terdapat juga modul komunikasi pada *Zelio* ini, sebuah modul untuk komunikasi pada *modbus network* juga tersedia pada modular *zelio* ini. Dengan Suply 24 VDC melalui *smart relay*

Selain itu juga terdapat jalur komunikasi yang lain.

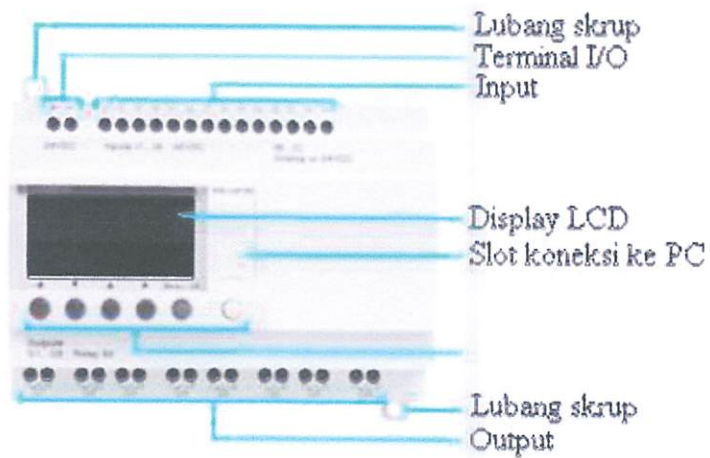
- Sebuah komunikasi *interface* yang dihubungkan antara *smart relay* dan sebuah modem
- Analog atau GSM modem
- *Zelio soft Software*

Mereka di desain untuk memonitoring atau mengontrol secara otomatis pada mesin atau instalasi yang dioperasikan tanpa personel.komunikasi interface ini disuplai dengan 12/24 VDC yang dapat menerima pesan, nomor telepon dan kondisi telepon yang dapat disimpan. *Smart relay* ini cocok digunakan pada sistem automasi yang sederhana , yang memiliki hingga 20 I/O



Gambar 2.19. Smart relay tanpa display dengan 12 I/O

Pada gambar 2.19 adalah contoh *smart relay* sederhana, yang tanpa menggunakan LCD display, kelemahan dari *smart relay* jenis ini adalah pemrograman tidak dapat dilakukan langsung tanpa menggunakan komputer. Sehingga pada saat pemograman, *smart relay* harus dihubungkan terlebih dahulu ke PC, lalu yang sudah melalui “*Zelio Soft2*” di transfer masuk ke dalam *smart relay*.



Gambar 2.20 Smart Relay SR3

Gambar 2.20 merupakan *smart relay SR3*. perbedaan dengan *smart relay* pada gambar 2.19 adalah hanya pada aksesoris, dimana pada gambar 2.20 untuk membuat programnya dapat langsung pada *Smart relay* dengan menggunakan tombol yang ada pada *Smart Relay*, dan juga ada tampilan untuk memonitoring dalam perencanaan program tanpa menggunakan *Zelio Soft* pada PC.



Gambar 2.21. Modul Extension

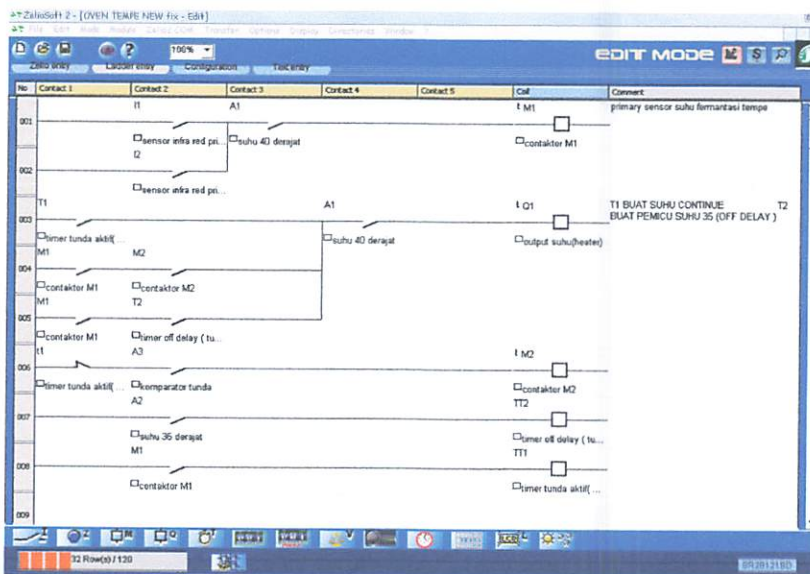
Gambar 2.21 merupakan *modul extension* yang dapat disambungkan pada *smart relay* bila kekurangan atau memerlukan input dan output tambahan. Modul I/O jenis ini tersedia hingga 14 I/O.



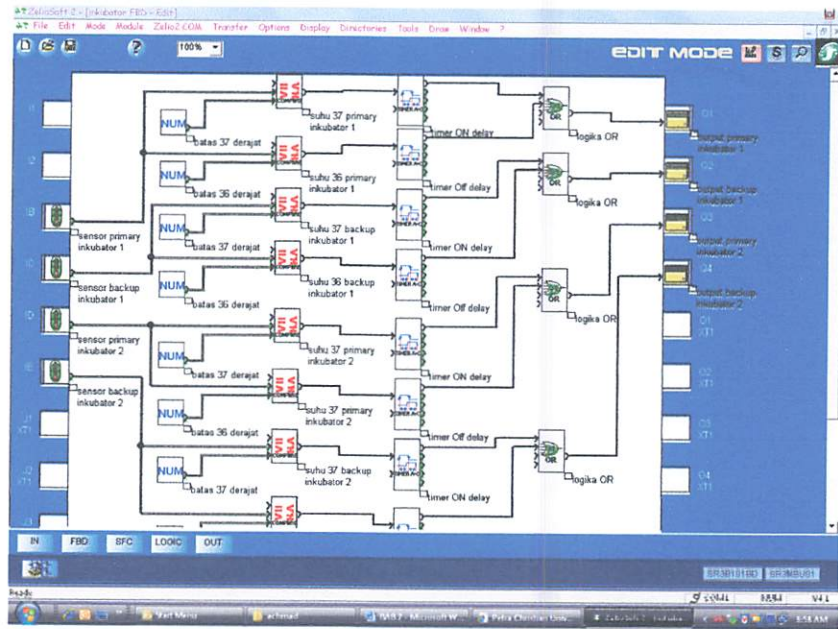
Gambar 2.22. Kabel Konektor

Pada gambar 2.22 merupakan kabel konektor yang digunakan untuk menghubungkan dari *smart relay* menuju ke PC. Jenis dari kabel ini adalah kable *SR2 CBL 01 to 9-pin serial port* atau *Cable SR3 USB01 to USB port*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa pada *smart relay* ini pemrograman dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu yang pertama adalah menggunakan *Ladder language* seperti contoh pada gambar 2.23 dan yang kedua adalah menggunakan *FBD language* pada *Zelio soft 2* seperti pada gambar 2.4



Gambar 2.23 Pemrograman menggunakan *Ladder Language*



Gambar 2.24 Tampilan FBD Language

Pemrograman pada menggunakan *Zelio* ini memiliki banyak sekali keunggulan antara lain :

- Penggunaannya mudah
- Dapat digunakan untuk simulasi program
- Adanya indikator yang muncul bila ada kesalahan.
- Dapat memasukan text message sebagai indikator keterangan


```

<!DOCTYPE HTML>
<HTML xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <title>Integrasi Alarm Report</title>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8"/>
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="system/stylesheet/100X.css"/>
  </head>
  <body>
    <div id="idAwTime" class="paragraph"></div>
    <div id="idAwLds" id">
    <div id="idTimeAw" class="paragraph"></div>
    <table width="100%">
      <tr>
        <td width="20%"><input type="button" value="Aw" />
        <td width="20%"><input type="button" value="Aw" />
        <td width="20%"><input type="button" value="Aw" />
        <td width="20%"><input type="button" value="Aw" />
      </tr>
      <tr>
        <td><input type="button" value="Aw" />
        <td><input type="button" value="Aw" />
        <td><input type="button" value="Aw" />
        <td><input type="button" value="Aw" />
      </tr>
      <tr>
        <td data-idx="1" data-idx="1" data-idx="1" data-idx="1"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="2" data-idx="2" data-idx="2" data-idx="2"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="3" data-idx="3" data-idx="3" data-idx="3"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="4" data-idx="4" data-idx="4" data-idx="4"><input type="button" value="Aw" />
      </tr>
      <tr>
        <td data-idx="1" data-idx="1" data-idx="1" data-idx="1"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="2" data-idx="2" data-idx="2" data-idx="2"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="3" data-idx="3" data-idx="3" data-idx="3"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="4" data-idx="4" data-idx="4" data-idx="4"><input type="button" value="Aw" />
      </tr>
    </table>
  </body>
</HTML>

```

Gambar 3.27 Lembar Kerja HTML Report Time Bus DC

3.3.15.4 Perancangan Alarm Time sistem SCADA pada PLTH

Sistem *alarm time* sistem SCADA pada PLTH bertujuan untuk memperingatkan kepada user agar menambah atau mengurangi pembangkit yang aktif untuk menyuplai beban agar tidak terjadi *over voltage* atau *under voltage*.

```

<!DOCTYPE HTML>
<HTML xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <title>Integrasi Alarm</title>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8"/>
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="system/stylesheet/100X.css"/>
  </head>
  <body>
    <div id="idAw" class="paragraph"></div>
    <div id="idAwLds" id">
    <div id="idTimeAw" class="paragraph"></div>
    <table width="100%">
      <tr>
        <td width="20%"><input type="button" value="Aw" />
        <td width="20%"><input type="button" value="Aw" />
        <td width="20%"><input type="button" value="Aw" />
        <td width="20%"><input type="button" value="Aw" />
      </tr>
      <tr>
        <td><input type="button" value="Aw" />
        <td><input type="button" value="Aw" />
        <td><input type="button" value="Aw" />
        <td><input type="button" value="Aw" />
      </tr>
      <tr>
        <td data-idx="1" data-idx="1" data-idx="1" data-idx="1"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="2" data-idx="2" data-idx="2" data-idx="2"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="3" data-idx="3" data-idx="3" data-idx="3"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="4" data-idx="4" data-idx="4" data-idx="4"><input type="button" value="Aw" />
      </tr>
      <tr>
        <td data-idx="1" data-idx="1" data-idx="1" data-idx="1"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="2" data-idx="2" data-idx="2" data-idx="2"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="3" data-idx="3" data-idx="3" data-idx="3"><input type="button" value="Aw" />
        <td data-idx="4" data-idx="4" data-idx="4" data-idx="4"><input type="button" value="Aw" />
      </tr>
    </table>
  </body>
</HTML>

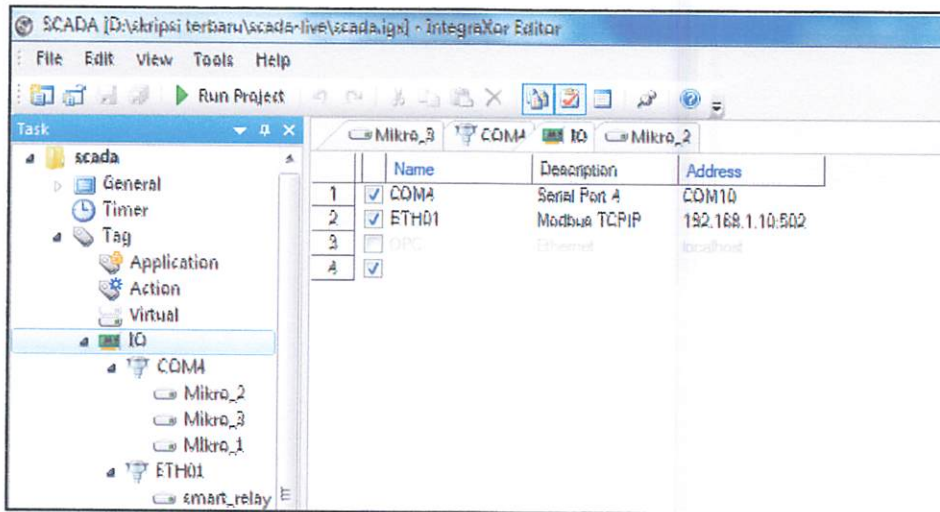
```

Gambar 3.28 Lembar Kerja HTML Alarm

3.3.15.5 Perancangan Protokol Komunikasi (*MODBUS Communication*)

Sistem protokol komunikasi (*modbus communication*) digunakan untuk pengaturan komunikasi dari perangkat lunak dengan perangkat keras (*software ke hardware*) sehingga dari PC (*personal computer*) dapat mengendalikan *hardware* yang digunakan secara jarak jauh.

Dengan menggunakan RS232 sebagai komunikasi *mikrokontroller* dan *ethernet* sebagai komunikasi PLC, SCADA dapat menerima informasi dan memberikan perintah melalui PC (*personal Computer*).



Gambar 3.29 Protokol Komunikasi SCADA

BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah rangkaian yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik sesuai dengan program yang diberikan, dan digunakan untuk mengetahui kekurangan atau kelemahan pada kerja sistem. Setelah merancang seluruh sistem SCADA, sebelumnya akan dilakukan uji terhadap masing-masing *sub*-sistem. Setelah *sub*-sistem telah beroperasi dengan baik, maka selanjutnya dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan yaitu dengan menggabungkan seluruh *sub*-sistem hingga membentuk sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid*.

Pengujian yang perlu dilakukan meliputi :

- Pengujian sensor tegangan, arus, suhu, radiasi matahari, kecepatan angin, arah angin
- Pengujian *software zelio soft*
- Pengujian sistem SCADA

4.2 Pengujian dan Analisa Sistem

Pada pengujian “ Perancangan Sistem SCADA Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid”, prinsip kerjanya secara keseluruhan adalah menggabungkan PLTS, PLTB dan Batrai untuk melayani konsumsi beban listrik. Dalam pengujian ini dimulai pada siang hari 08.00 – 16.00.

Disini *zelio SR3* dan relai *PMC (Power Management Control)* , inverter, *solar power* dan *automatic wind generator charger* digunakan sebagai HPC (*Hybrid Power Condition*), *mikrokontroller* digunakan sebagai pemonitoring dan *software integraXor* sebagai *software SCADA*, inverter yang digunakan mengubah arus DC-AC akan memutus otomatis jika sumber tidak dapat melayani beban.

4.2.1 Pengujian Panel Surya dan Kincir Angin

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan panel surya 50 W(P) dan kincir angin yang ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2 . Pengujian panel surya ini menggunakan alat ukur *voltmeter* dan *solar power meter* dan pengukuran kincir angin mcnggunakan alat ukur *voltmeter* dan *annemometer*. Adapun tegangan panel surya yang menggunakan 6 panel surya dipasang secara paralel dan diperoleh tegangan sebesar 12.4 V sampai 15.8 V dari pengamatan pukul 08.00-16.00 dan ditunjukkan pada tabel 4.1 dan kincir angin diperoleh tegangan 5.4 V sampai 18.9 V dari pengamatan pukul 08.00-16.00 dan ditunjukkan padsa tabel 4.2

Tabel 4.1 Data Pengukuran Panel Surya 50W(P)

No	Jam	Tegangan panel surya (Vdc)	Solar Power (W/m ²)	Suhu (°C)	Cuaca
1	08.00	12.4	284	29	Cerah
2	09.00	19.6	515	31	Cerah
3	10.00	19.8	702	31	Cerah
4	11.00	19.5	1080	31	Cerah
5	12.00	18.6	1021	32	Cerah
6	13.00	19.4	132	29	Cerah
7	14.00	17.5	102	27	Mendung
8	15.00	17.0	45	26	Hujan
9	16.00	15.8	30	26	Hujan

Tabel 4.2 Data Pengukuran Kincir Angin

No	Jam	Tegangan kincir angin (Vdc)	Kecepatan Angin (m/s)	Cuaca
1	08.00	5.4	14.4	Cerah
2	09.00	3.6	10.2	Cerah
3	10.00	0	0	Cerah
4	11.00	0	0	Cerah
5	12.00	0	1.4	Cerah
6	13.00	13.56	25.6	Cerah
7	14.00	16.7	34.5	Mendung
8	15.00	23.9	56	Hujan
9	16.00	18.9	37.8	Hujan



Gambar 4.1 Panel Surya



Gambar 4.2 Kincir Angin



Gambar 4.3 Tegangan Output Panel Surya



Gambar 4.4 Tegangan Output Kincir Angin

4.2.2 Pengujian Sensor Arus

Pada pengujian arus ini saya menggunakan avometer untuk mengukur output sensor ACS712, karena pada ACS712 ini sudah mengkonveksi input besaran arus menjadi tegangan pada kondisi 0 (nol) A keluaran outputnya 2.50 V dan perubahan 1 A yaitu 100mV.

Tabel 4.3 Data Pengukuran Arus Panel Surya

No	Jam	Pengukuran Arus (A)	Pembacaan Sensor (A)	Error (%)
1	08.00	0.87	0.86	1.14
2	09.00	0.98	0.98	0
3	10.00	0.98	0.95	3.06
4	11.00	1.93	1.95	1.03
5	12.00	2.22	2.14	3.60
6	13.00	1.98	1.92	3.03
7	14.00	0.25	0.24	4
8	15.00	0.25	0.24	4
9	16.00	0.06	0.09	50



Gambar 4.5 Output Arus Pada Panel Surya

Tabel 4.4 Data Pengukuran Arus Kincir Angin

No	Jam	Pengukuran Arus (A)	Pembacaan Sensor (A)	Error (%)
1	08.00	2.5	2.4	4
2	09.00	1.3	1.4	7.69
3	10.00	0	0	0
4	11.00	0	0	0
5	12.00	0	0	0
6	13.00	2.1	2.3	9.52
7	14.00	2.8	3.1	10.71
8	15.00	4.1	4.5	9.75
9	16.00	3.1	3.2	3.22



Gambar 4.6 Output Arus Pada Kincir Angin

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Pengujian sensor} - \text{Pengukuran}|}{\text{Pengukuran}} 100 \%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{|0.86-0.87|}{0.87} 100 \% \\ &= 1.14 \% \end{aligned}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Jumlah Keseluruhan \%}|}{\text{jumlah pengujian}}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{69.86}{9} \\ &= 7.62 \% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian sensor arus diatas, didapat eror rata-rata sebesar 7.62%.

4.2.3 Pengujian Sensor Tegangan

Sensor tegangan disini saya menggunakan rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan 2 buah resistor. Pada R1 saya menggunakan 1k Ohm, dan untuk R2 saya menggunakan 330 Ohm.

Tabel 4.5 Data Pengukuran dan Pengujian Sensor Tegangan Panel surya

No	Jam	Pengukuran Tegangan (Vdc)	Pembacaan Sensor (Vdc)	Error (%)
1	08.00	12.3	12.3	0
2	09.00	14.2	14.3	0.7
3	10.00	15.8	15.8	0
4	11.00	14.9	14.9	0
5	12.00	12.8	12.7	0.78
6	13.00	12.8	12.9	0.78
7	14.00	12.8	12.9	0.78
8	15.00	12.4	12.2	1.61
9	16.00	11.7	12.0	2.56
Jumlah % dalam pengukuran				2.43
Presentase kesalahan dalam %				0.27

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Pengujian sensor} - \text{Pengukuran}|}{\text{Pengukuran}} 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{|14.2 - 14.3|}{14.2} 100 \%$$

$$= 0.7 \%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Jumlah Keseluruhan } \%}{\text{jumlah pengujian}}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{7.21}{9}$$

$$= 0.27\%$$

Tabel 4.6 Data Pengukuran dan Pengujian Sensor Tegangan Kincir Angin

No	Jam	Pengukuran Tegangan (Vdc)	Pembacaan Sensor (Vdc)	Error (%)
1	08.00	0	0	0
2	09.00	0	0	0
3	10.00	22.6	22.3	1.32
4	11.00	14.6	14.2	2.73
5	12.00	1.4	1.6	14.28
6	13.00	23.8	23.9	0.42
7	14.00	0	0	0
8	15.00	0	0	0
9	16.00	0	0	0
Jumlah % dalam pengukuran				10.63
Presentase kesalahan dalam %				1.18

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Pengujian sensor} - \text{Pengukuran}|}{\text{Pengukuran}} 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{|22.6 - 22.3|}{22.6} 100 \%$$

$$= 1.32 \%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Jumlah Keseluruhan } \%}{\text{jumlah pengujian}}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{18.75}{9}$$

$$= 1.18 \%$$

4.2.4 Pengujian Pengkondisi Sinyal

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis ketepatan rangkaian pengkondisi sinyal sel surya dalam merespon perubahan Vout. Dengan menggunakan R1 10K Ohm dan R2 10K Ohm.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sel Surya

No	Vin	Pengukuran Tegangan (Vdc)	Teori (Vdc)	Error (%)
1	1	0.502	0.5	0.39
2	2	1.010	1	0.99
3	3	1.504	1.5	0.26
4	4	2.012	2	0.59
5	5	2.507	2.5	0.27
6	6	3.010	3	0.33
7	7	3.509	3.5	0.25
8	8	4.03	4	0.74
9	9	4.52	4.5	0.44
10	10	5.02	5	0.39
Jumlah % dalam pengukuran				4.65
Presentase kesalahan dalam %				0.465

Analisa dilakukan dengan menghitung presentase kesalahan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan dengan persamaan :

$$VR2 = [R2 / (R1 + R2)] \times Vin \dots \dots \dots (4.1)$$

Berdasarkan tabel 4.7 dapat dilihat bahwa presentase kesalahan terbesar adalah 0.99 %, sedangkan kesalahan rata-rata pada pengujian ini adalah 0.465 %. Dengan kesalahan rata-rata kurang dari 2 %, maka rangkaian pengkondisi sinyal sel surya dapat dikatakan bekerja dengan baik sesuai dengan aplikasi yang telah direncanakan.

4.2.5 Pengujian Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah LM35, sensor tersebut dikonfigurasi untuk dapat mengukur suhu -55° - 150° C. Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1° C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar $0,01^{\circ}$ C karena terserap pada suhu

permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya .

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35

No	Waktu	Pengukuran menggunakan <i>Thermometer</i> (°C)	Pembacaan sensor	Error (%)
1	08.00	26	26.4	1.53
2	09.00	27	28.1	4.07
3	10.00	27	28.1	4.07
4	11.00	29	29.4	1.37
5	12.00	34	34.6	1.76
6	13.00	34	34.6	1.76
7	14.00	32	32.2	0.62
8	15.00	29	29.2	0.68
9	16.00	28	28.1	0.35
Jumlah % dalam pengukuran				16.21
Presentase kesalahan dalam %				1.80

Berdasarkan tabel 4.8 dapat dilihat bahwa presentase kesalahan terbesar adalah 4.07 %, sedangkan kesalahan rata-rata pada pengujian ini adalah 1.80 %. Dengan kesalahan rata-rata kurang dari 2 %, maka rangkaian sensor suhu LM35 dapat dikatakan bekerja dengan baik sesuai dengan aplikasi yang telah direncanakan.

4.2.6 Pengujian Sensor Radiasi Matahari

Berikut ini adalah data hasil pengujian sensor radiasi matahari dengan cara mengkonvensikan dari sel surya disiang hari pada tanggal 07 Februari 2013 antara jam 08.00-16.00 diambil pada setiap 60 menit. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sel surya berfungsi atau tidak sesuai dengan perencanaan. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan sumber cahaya matahari terhadap area sel surya. Dengan cara membandingkan nilai yang dibaca sensor dengan alat ukur *solar power meter TM-750*.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Sensor Radiasi Matahari

No	Waktu	Pengukuran menggunakan <i>solar power meter</i> (W/m ²)	Pembacaan sensor	Error (%)
1	08.00	533	532	0.18
2	09.00	598	603	0.83
3	10.00	678	675	0.44
4	11.00	767	767	0
5	12.00	960	962	0.20
6	13.00	1004	1001	0.29
7	14.00	975	978	0.3
8	15.00	960	969	0.9
9	16.00	798	795	0.3
Jumlah % dalam pengukuran				3.44
Presentase kesalahan dalam %				0.38

Perubahan posisi atau kemiringan sel surya saat dilakukan pengujian akan berpengaruh terhadap daya serap cahaya. Nilai tegangan ADC akan berubah ketika terjadinya perubahan intensitas cahaya matahari. Dengan demikian, menempatkan area sel surya terkena cahaya matahari bertujuan untuk mengetahui sel surya berfungsi atau tidak. Berdasarkan table 4.9 dapat dilihat bahwa presentase kesalahan terbesar adalah 0.9 %, sedangkan kesalahan rata-rata pada pengujian ini adalah 0.38 %. Dengan kesalahan rata-rata kurang dari 2 %, maka rangkaian sensor radiasi matahari dapat dikatakan bekerja dengan baik sesuai dengan aplikasi yang telah direncanakan.

4.2.7 Pengujian Sensor Anemometer

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui rangkaian sensor anemometer dapat bekerja dengan baik atau tidak untuk mengkonveksi data sebagai alat ukur kecepatan angin. Pengujian ini terdiri dari pengujian memberikan sumber angin bebas (alam). Modul anemometer berupa *logic* digital yang akan aktif/*on* sekali setiap detik jika mendeteksi kecepatan angin 2.4 km/h. Dengan cara membandingkan antara hasil pengukuran dengan alat ukur *lutronAM-420* dengan hasil pembacaan sensor.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Sensor Anemometer

No	Waktu	Pengukuran menggunakan Lutron AM-420 (m/s)	Pembacaan sensor	Error (%)
1	08.00	2.1	2.13	1.42
2	09.00	4.8	4.5	6.25
3	10.00	3.2	3.4	6.25
4	11.00	3.5	3.6	2.85
5	12.00	3.4	3.38	0.58
6	13.00	4.2	4.3	2.38
7	14.00	4.1	4.2	2.43
8	15.00	2.4	2.5	4.16
9	16.00	1.2	1.3	8.33
Jumlah % dalam pengukuran				34.65
Presentase kesalahan dalam %				3.85

Berdasarkan pengujian kecepatan angin menunjukkan bahwa sinyal pulsa keluaran magnet *switch* sebanding dengan angin yang diberikan, sehingga dinilai sensor bekerja dengan baik dan bisa digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Secara keseluruhan alat yang dibuat ini memiliki tingkat kesalahan pembacaan rata-rata 3.85 % dengan kesalahan pembacaan sensor terbesar adalah 8.33 %. Besarnya presentase rata-rata kesalahan salah satunya disebabkan oleh faktor cuaca, sedangkan untuk rumus diprogramnya yaitu :

$$Kc = Kec \times 2.4 \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan :

- Kc : Kecepatan
- Kec : Bernilai 1 sekali putaran
- 2.4 : Nilai sekali putaran dari modul anemometer

4.3 Pengujian Sistem Hybrid Dengan SCADA

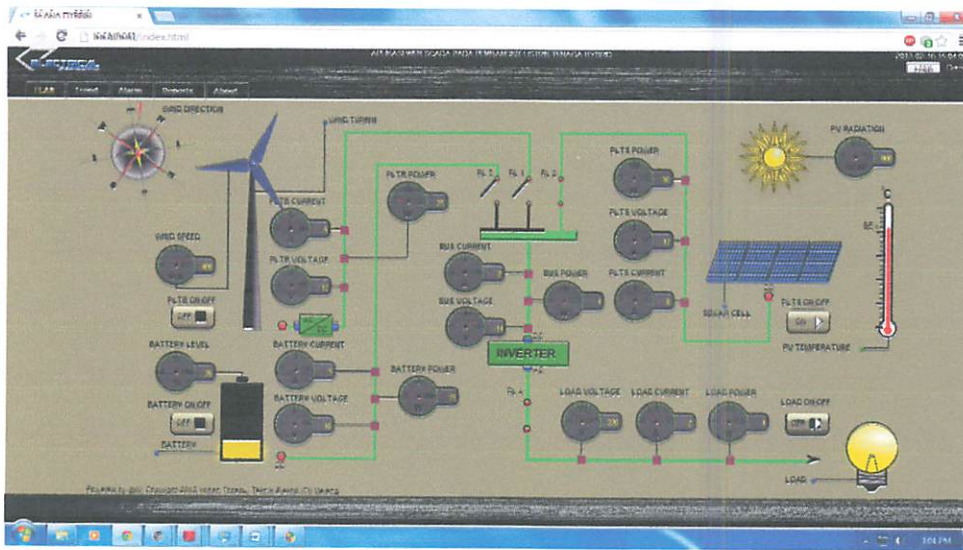
4.3.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dari aplikasi *web* SCADA.

4.3.1.1 Pengujian Halaman

4.3.1.1.1 Tampilan Halaman *Index*

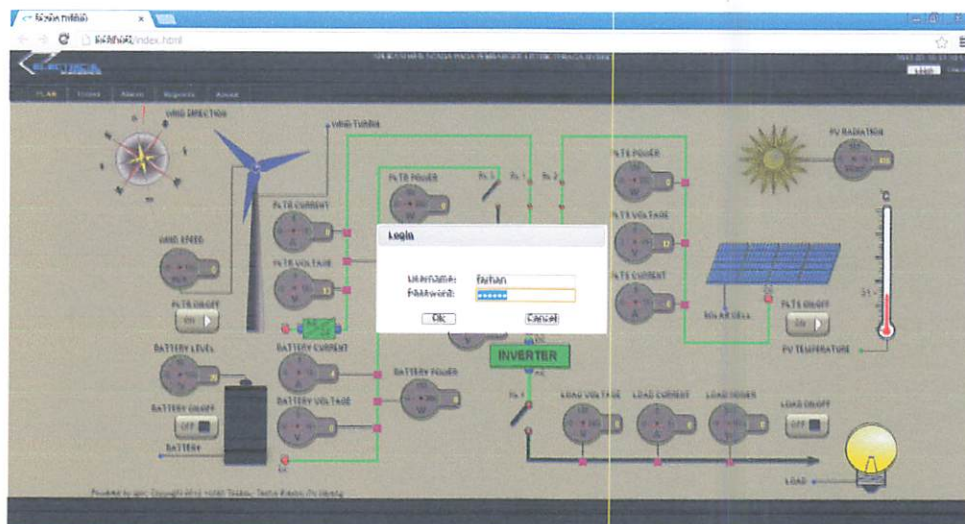
Aplikasi SCADA secara *localhost* tersebut sudah Kemudian akan muncul halaman *plan* seperti tampak pada gambar 4.12



Gambar 4.7 Tampilan Halaman *Plan*

4.3.1.1.2 Tampilan Halaman *User Login*

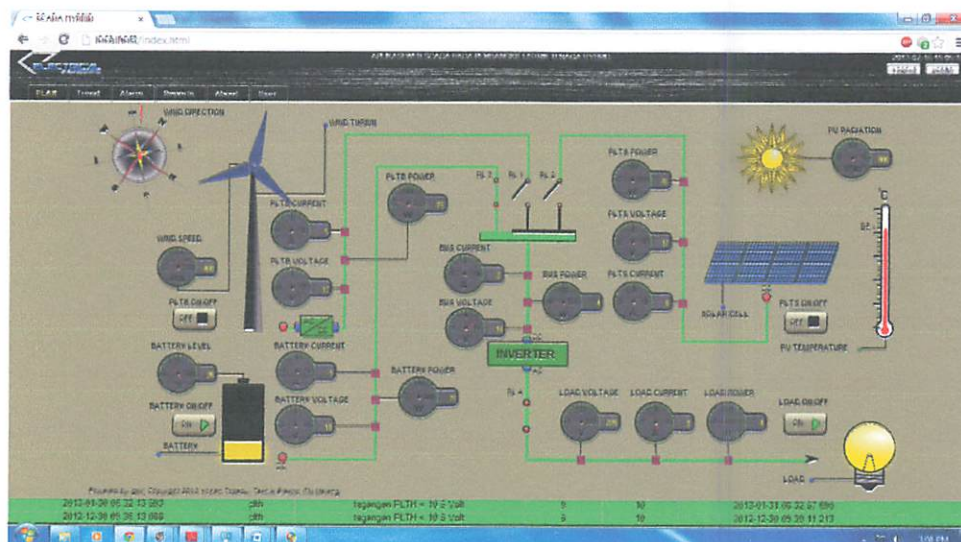
Untuk masuk ke kelas virtual dilakukan dengan mengklik tombol masuk kelas pada halaman *index*, kemudian *login* terlebih dahulu dengan memasukkan nama, dan *password* seperti tampak pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Tampilan Halaman *Login*

4.3.1.1.3 Tampilan Halaman Animasi *Plan (SVG)*

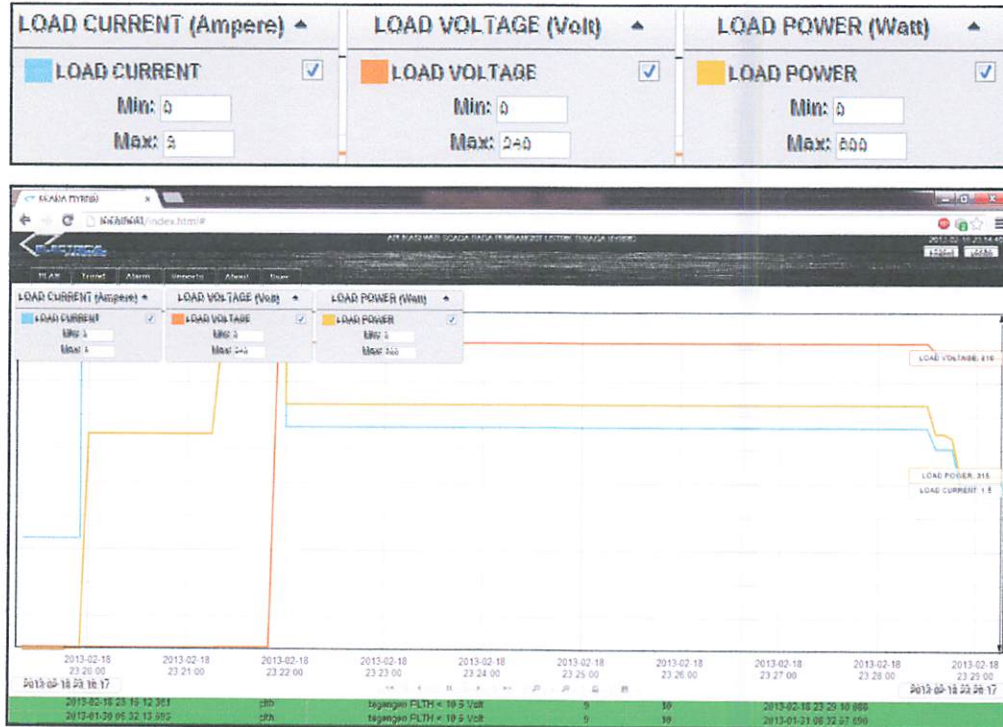
Untuk masuk ke kelas *virtual* dilakukan dengan mengklik tombol buat kelas pada halaman *index*, kemudian memasukkan nama kelas yang akan dibuat seperti tampak pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Tampilan Halaman *SVG*

4.3.1.1.4 Tampilan Halaman *Trending Load*

Berikut ini adalah hasil sistem *Trending load* seperti ditunjukkan pada gambar 4.10 :



Gambar 4.10 Tampilan Halaman *Trending Load*

4.3.1.1.5 Tampilan Halaman *Trending Bus*

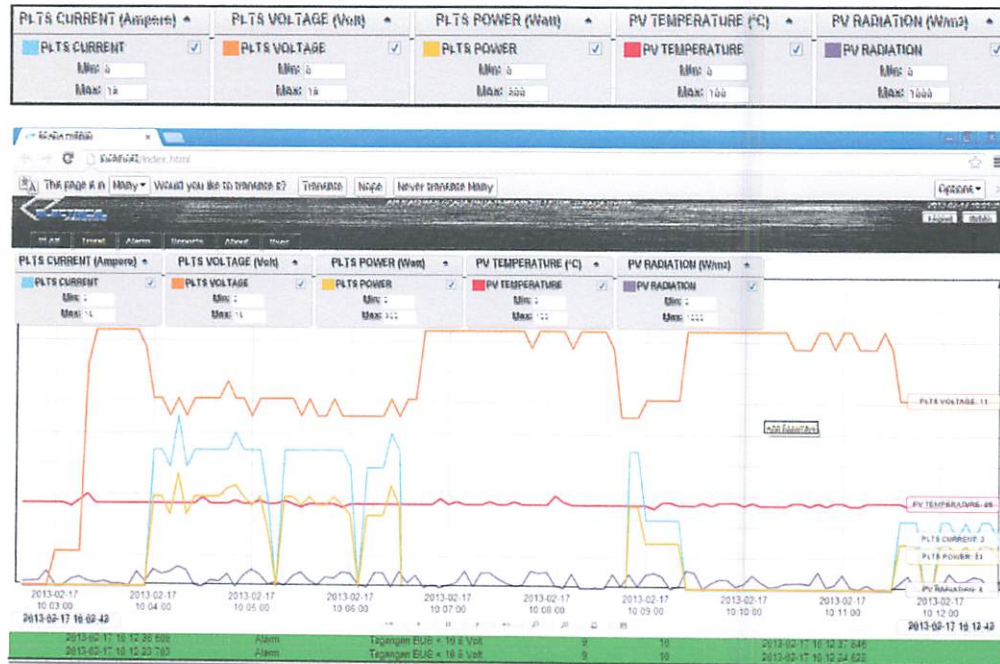
Berikut ini adalah hasil sistem *Trending Bus* seperti ditunjukkan pada gambar 4.11



Gambar 4.11 Halaman *Trending Bus*

4.3.1.1.6 Tampilan Halaman *Trending* PLTS

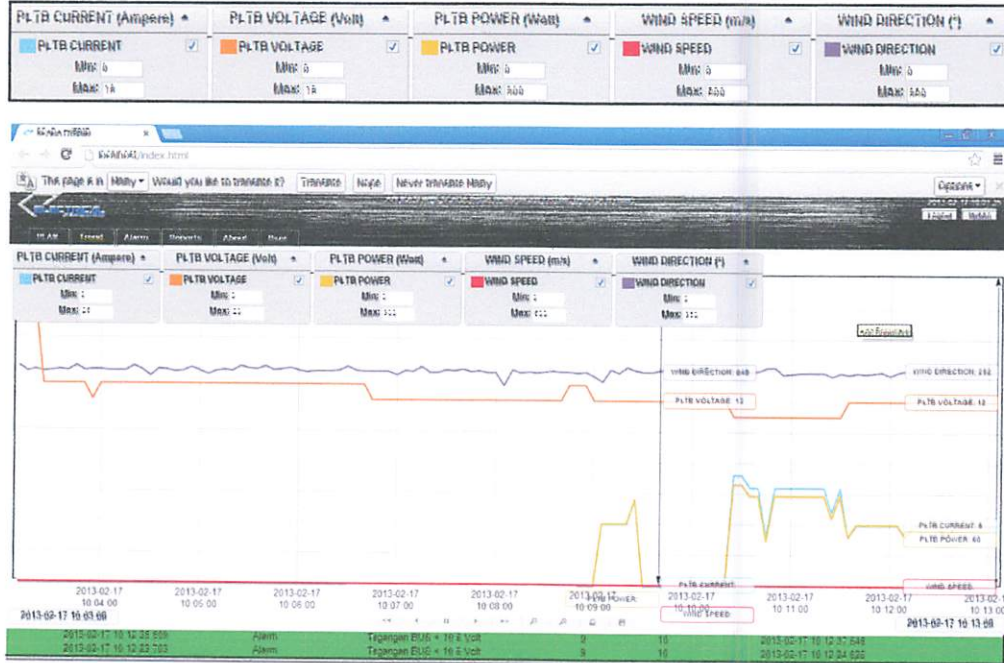
Berikut ini adalah hasil sistem *Trending Bus* seperti ditunjukkan pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Halaman *Trending* PLTS

4.3.1.1.7 Tampilan Halaman *Trending* PLTB

Berikut ini adalah hasil sistem *Trending Bus* seperti ditunjukkan pada gambar 4.13



Gambar 4.13 Halaman *Trending* PLTB

4.3.1.1.8 Tampilan Halaman *Alarm*

Berikut ini adalah hasil sistem *alarm* seperti ditunjukkan pada gambar 4.14

History	Acknowledge All	Export	Print : Configuration	Filter	Value	Limit	Inactive Time Stamp
2013-02-12 12:09:20.480			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	
2013-02-12 12:01:01.523			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	2013-02-12 12:00:16.330
2013-02-12 09:53:28.961			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	2013-02-12 12:00:58.995
2013-02-12 09:16:35.571			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	2013-02-12 09:53:26.730
2013-02-12 09:13:48.264			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	2013-02-12 09:16:33.001
2013-02-12 09:12:24.663			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	2013-02-12 09:13:45.548
2013-02-12 09:10:37.838			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	2013-02-12 09:12:21.375
2013-02-12 09:55:09.535			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	2013-02-12 09:10:34.453
2013-02-12 09:52:18.036			plth	Tegangan BUS < 10.5 Volt	0	10	2013-02-12 09:55:07.275

Gambar 4.14 Halaman *Alarm*

4.3.1.1.9 Tampilan Halaman *Report Plan Area*

Berikut ini adalah hasil sistem *Report plan area* seperti ditunjukkan pada gambar 4.15

2013-05-16 00:10:00							
	PLTD	PLTE	BATTERY	BUR	LOAD		
BATTERY			4	13			
CURRENT (Ampere)	11	12	0	10	0		
VOLTAGE (Volt)	22	20	0	130	0		
POWER (Watt)							
WIND SPEED (m/s)							
PV TEMPERATURE (°C)							
PV RADIATION (W/m²)							
BATTERY LEVEL (%)							

Time/Date	Alarm	Tegangan (V)	Tegangan (V)
2013-05-16 00:10:00	Alarm	Tegangan (V) = 10.0 Volt	0
2013-05-16 02:30:00	Alarm	Tegangan (V) = 10.0 Volt	0

Gambar 4.15 Halaman *Report Plan Area*

4.3.1.1.10 Tampilan Halaman *Report Load*

Berikut ini adalah hasil sistem *Report load* seperti ditunjukkan pada gambar 4.16

Description	LOAD CURRENT I (Ampere)	LOAD VOLTAGE V (Volt)	LOAD POWER P (Watt)
2013-01-31 00:37:00	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:05	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:10	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:15	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:20	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:25	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:30	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:35	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:40	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:45	1.9	225	427.5
2013-01-31 00:37:50	1.9	225	427.5
Average	1.9	225	427.5
Sum	20.9	2415	4702.5
Maximum	1.9	225	427.5
Minimum	1.9	225	427.5

Gambar 4.16 Halaman *Report Load*

4.3.1.1.11 Tampilan Halaman Report PLTB

Berikut ini adalah hasil sistem Report PLTB seperti ditunjukkan pada gambar 4.17

Description	PLTB CURRENT I (Ampere)	PLTB VOLTAGE V (Volt)	PLTB WIND POWER (Watt)	WIND SPEED (m/s)	WIND DIRECTION (°)
Titik 1					
2013-05-16 00:00:00	7	10	84	0	23E
2013-05-16 00:00:10	0	11	0	0	23E
2013-05-16 00:00:15	0	10	70	0	23E
2013-05-16 00:00:20	0	10	70	0	23E
2013-05-16 00:00:25	0	10	70	0	23E
2013-05-16 00:00:30	0	10	70	0	23E
2013-05-16 00:00:35	0	10	70	0	23E
2013-05-16 00:00:40	0	10	70	0	23E
2013-05-16 00:00:45	0	10	0	0	23E
2013-05-16 00:00:50	0	11	0	0	23E
2013-05-16 00:00:55	0	10	70	0	23E
2013-05-16 00:01:00	0	10	70	0	23E
Average	0	11.61	60	0	23E
Sum	0	151	600	0	23E
Maximum	7	10	84	0	23E
Minimum	0	11	0	0	23E

Gambar 4.17 Halaman Report PLTB

4.3.1.1.12 Tampilan Halaman Report PLTS

Berikut ini adalah hasil sistem Report PLTS seperti ditunjukkan pada gambar 4.18

Description	PLTS CURRENT I (Ampere)	PLTS VOLTAGE V (Volt)	PLTS POWER P (Watt)	PV RADIATION (W/m²)	PV TEMPERATURE (°C)
Titik 1					
2013-05-16 00:00:00	0	10	70	41E	31
2013-05-16 00:00:05	0	10	70	41E	31
2013-05-16 00:00:10	0	10	60	41E	31
2013-05-16 00:00:15	0	10	60	41E	31
2013-05-16 00:00:20	0	10	60	41E	31
2013-05-16 00:00:25	0	10	60	41E	31
2013-05-16 00:00:30	0	14	70	41E	31
2013-05-16 00:00:35	1	10	10	41E	31
2013-05-16 00:00:40	0	10	70	41E	31
2013-05-16 00:00:45	0	10	60	41E	31
2013-05-16 00:00:50	0	10	70	41E	31
2013-05-16 00:00:55	0	10	60	41E	31
Average	0	10.20	61.33	41E	31
Sum	0	147	736	4660	370
Maximum	0	14	70	41E	31
Minimum	1	10	10	41E	31

Gambar 4.18 Halaman Report PLTS

4.3.1.1.13 Tampilan Halaman *Report Bus*

Berikut ini adalah hasil sistem *Report bus* seperti ditunjukkan pada gambar 4.19

Tanggal	Bus CURRENT I (Ampere)	Bus VOLTAGE V (Volt)	Bus POWER P (Watt)
2013-02-16 02:08:00	14	10	140
2013-02-16 02:08:04	14	10	140
2013-02-16 02:08:10	13	11	143
2013-02-16 02:08:16	14	11	154
2013-02-16 02:08:20	13	11	143
2013-02-16 02:08:24	13	11	143
2013-02-16 02:08:30	14	11	154
2013-02-16 02:08:36	12	10	120
2013-02-16 02:08:40	14	10	140
2013-02-16 02:08:46	14	10	140
2013-02-16 02:08:50	14	11	154
2013-02-16 02:08:56	12	11	142
Average	13.88	11.42	155.17
Sum	162	127	1869
Maksimal	14	10	140
Minimal	13	11	143

2013-02-16 02:10:02 540	Alarm	Tegangan BUS < 10 < Volt	3	10	2013-02-16 02:10:20 790
2013-02-16 02:08:10 750	Alarm	Tegangan BUS < 10 > Volt	3	10	2013-02-16 02:08:12 803

Gambar 4.19 Halaman *Report Bus*

4.3.1.1.14 Tampilan koneksi komunikasi MODBUS

Sistem *interface* komunikasi MODBUS sangat diperlukan untuk HMI (*Human Machine Interface*) karena untuk koneksi pengiriman data parameter yang dibutuhkan dalam sistem SCADA.

Time	Type	Result	Length	Data
2013-02-16 02:01:40.796	Request	SENT	12	00 82 00 00 00 06 01 03 00 10 00 04
2013-02-16 02:01:40.812	Response	RECEIVED	17	00 82 00 00 00 06 01 03 08 00 00 00 00 00 00
2013-02-16 02:01:43.796	Request	SENT	12	00 84 00 00 00 06 01 03 00 10 00 04
2013-02-16 02:01:43.812	Response	RECEIVED	17	00 84 00 00 00 06 01 03 08 00 00 00 00 00 00
2013-02-16 02:01:44.781	Request	SENT	12	00 88 00 00 00 06 01 03 00 10 00 04
2013-02-16 02:01:44.812	Response	RECEIVED	17	00 88 00 00 00 06 01 03 08 00 00 00 00 00 00
2013-02-16 02:01:48.796	Request	SENT	12	00 86 00 00 00 06 01 03 00 10 00 04
2013-02-16 02:01:48.812	Response	RECEIVED	17	00 86 00 00 00 06 01 03 08 00 00 00 00 00 00

Gambar 4.20 Komunikasi PLC

Port Monitor
Mikro_1

Time	Type	Result	Length	Data
2013-02-16 02:20:58.421	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 23 01 E7 01 1F 01 48 00 00
2013-02-16 02:20:58.343	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:21:00.260	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 1F 01 E2 01 1C 01 47 00 00
2013-02-16 02:21:00.343	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:21:01.171	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 23 01 E5 01 21 01 48 00 00
2013-02-16 02:21:01.343	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:21:02.093	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 1F 01 E0 01 1C 01 48 00 00
2013-02-16 02:21:02.343	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:21:03.018	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 1E 01 E0 01 1C 01 47 00 00
2013-02-16 02:21:03.343	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:21:03.837	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 23 01 E8 01 21 01 4D 00 00
2013-02-16 02:21:04.343	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:21:04.858	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 22 01 E5 01 1F 01 48 00 00

Gambar 4.21 Komunikasi Mikro 1

Port Monitor
Mikro_2

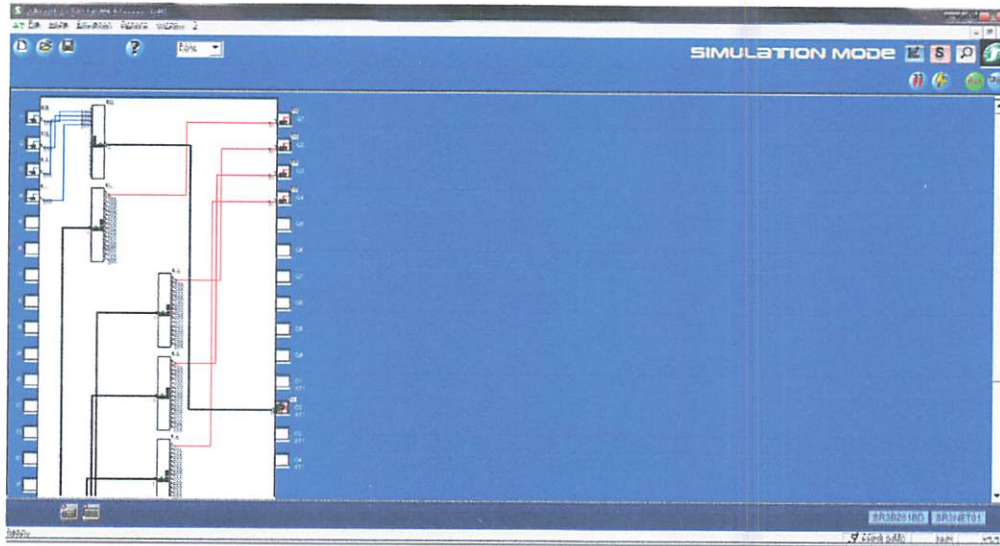
Time	Type	Result	Length	Data
2013-02-16 02:01:21.608	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:01:22.600	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 24 00 00 01 24 00 00 00 00 00
2013-02-16 02:01:22.608	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:01:23.421	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 26 00 00 01 26 00 00 00 00 00
2013-02-16 02:01:23.608	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:01:24.343	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 23 00 00 01 24 00 00 00 00 00
2013-02-16 02:01:24.608	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:01:25.268	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 1C 00 00 01 15 00 00 00 00 00
2013-02-16 02:01:25.608	Request	SENT	8	02 03 00 13 00 08 B2 FA
2013-02-16 02:01:26.187	Response	RECEIVED	21	02 03 10 01 1C 00 00 01 1C 00 00 00 00 00

Byte Data Description Remark

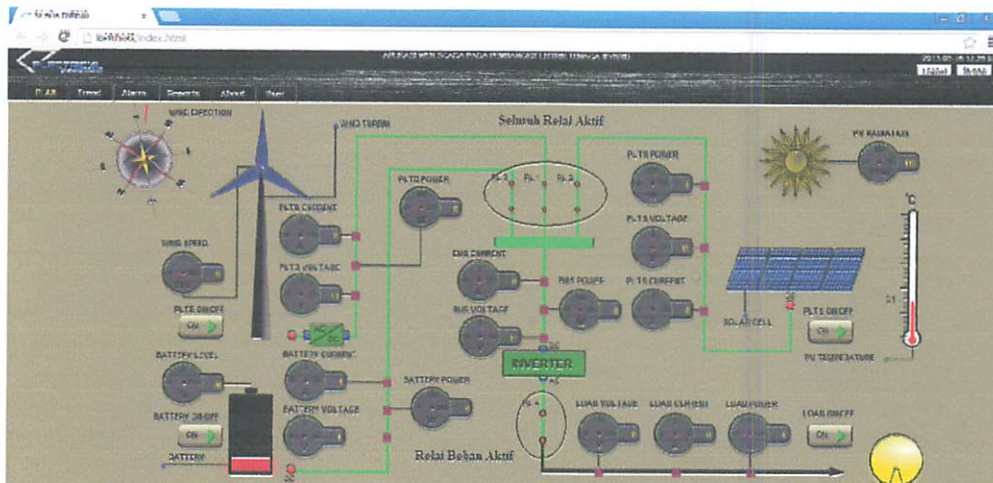
Gambar 4.22 Komunikasi Mikro 2

4.4 Pengujian Sistem PLC

Pengujian sistem PLC ini bertujuan untuk melihat kinerja PMC (*Power Management Controller*) yang dapat mengaktifkan/on pembangkit untuk menyuplai beban menggunakan sistem SCADA yang sudah dibuat.



Gambar 4.23 Sistem Kerja PLC



Gambar 4.24 Sistem SCADA Mengoperasikan Pembangkit Dengan Jarak Jauh menggunakan PLC

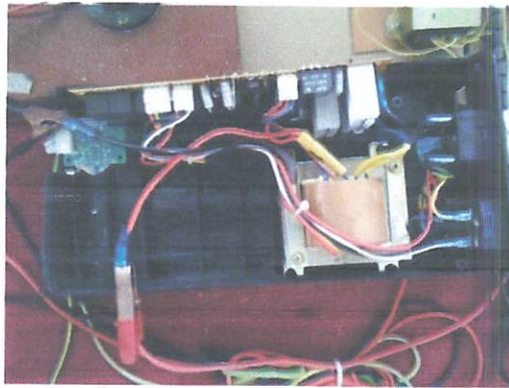
Pada Gambar 4.26 terlihat garis merah menyala menuju output Q1 untuk PLTS, Q2 untuk PLTB , Q3 untuk baterai, dan Q4 untuk beban. Dengan demikian PLC dapat dikatakan bekerja dengan baik dikarenakan dapat mengendalikan sistem pembangkit dengan baik.



Gambar 4.25 SCADA Sistem pada PLTH



Gambar 4.26 Zelio SR3 *with ethernet* sebagai PMC



Gambar 4.27 Inverter sebagai PMC



Gambar 4.28 *Solar Power* sebagai HPC



Gambar 4.29 *Automatic wind generator charger control*



Gambar 4.30 Mikrokontroler ATMEGA 8535

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pengaruh penggunaan sistem SCADA ini pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini dapat membantu dalam memilih penggunaan pembangkit dan dapat memonitoring serta pengumpulan data secara terpusat dengan berbeda pembangkit secara *real time*, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Dari pengukuran dan pengujian sensor suhu memiliki rata-rata nilai eror sebesar 1.80 %, sensor radiasi matahari sebesar 0.38 %, sensor pengkondisi sinyal sebesar 0.46 %, sensor kecepatan angin sebesar 3.85%, sensor arus sebesar 7.62 %, sensor tegangan 0.27 %.
2. Sistem SCADA pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini dilengkapi dengan sistem *tranding* yang mampu menunjukkan *performa* sistem secara *real time* dan sistem ini akan memberikan alarm pada tegangan bus DC kurang dari 10.5 Vdc, dan selalu akan mengumpulkan *Report* keadaan sistem.
3. Sesuai dengan fungsi SCADA ada 3 yaitu :
 - TM (*Tele Metering*) : Sistem ini dapat mengukur besaran-besaran kondisi alam yang mempengaruhi kapasitas pembangkit seperti suhu, radiasi matahari, kecepatan angin dan arah angin serta besaran tegangan serta arus masing-masing pembangkit.
 - TS (*Tele Signal*) : Sistem ini dapat mengubah sinyal analog yang diberikan oleh sensor-sensor agar dapat dimonitoring melalui PC (*Personal Computer*) yang menggunakan sinyal digital.
 - TC (*Tele controlling*) : Sistem ini dilengkapi kendali jarak jauh nmenggunakan *PLC Zelio SR 3* dengan komunikasi *ethernet* yang dapat mengendalikan pembangkit yang aktif untuk menyuplai beban.

5.2 Saran

1. Menggunakan sensor-sensor yang lebih akurat serta alat ukur yang proposional
2. Menggunakan perangkat lunak SCADA yang berlisensi agar bisa memaksimalkan fitur-fitur dalam perangkat lunak tersebut.
3. Menggunakan PLC OMRON CPM01A dikarenakan dilengkapi dapat melakukan aritmatik dan sekuensial sehingga dapat di kendalikan secara otomatisasi.



DAFTAR PUSTAKA

- BahdaDChi dan D.S. Varmette. (2002). Wind-Based Hybrid Power System in Rural Western New York, Proceedings of WINDPOWER Conference.
- E. Muljadi dan J. T. Bialasiewics. (2003). Hybrid Power System with a Controlled Energy Storage. Proceedings of 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society.
- L.H. Tay, W.W.L. Keerthipala, L.J. Borle. (2001). Performance Analysis of A Wind/Diesel/Battery Hybrid Power System. Proceedings of the Australasian Universities Power Conference (AUPEC-2001). Perth Australia.
- S. S. Dhrab, M.A. Alghoul, K. Sopian, M.Y. Sualaiman. (2009). Potential of Hybrid PV/Wind Turbine System in Jordan. Proceedings of Global Conference on Renewables and Energy Efficiency for Desert Regions 2009. Amman, Jordan.
- E. Ortjohan, O. Omari, R. Saiju, N. Hamsic, D. Morton. 2003. A Simulation Model for Expandable Hybrid Power Systems. Proceedings of 2nd European PV Hybrid and Mini-Grid Conference. Kassel, Germany.
- K. Ch. Karasavvas. 2008. Modular Simulation of a Hybrid Power System With Diesel, Photovoltaic Inverter and Wind Turbine Generation. Journal of Engineering Science and Technology Review 1.
- W.F. Young, J.E. Stamp, J.D. Dilinger, M.A. Rumsey. 2003. Communication Vulnerabilities and Mitigation in Wind Power SCADA Systems. Proceedings of American Wind Energy Association Wind Power 2003. Texas, USA.



LAMPIRAN



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

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

PT. 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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : FARHAN
2. NIM : 10.12.905
3. Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul Skripsi : PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :
Hari : Selasa
Tanggal : 19 Februari 2013
Dengan Nilai : 87.70 (A) *ra*

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

Sekretaris Majelis

(M.Ibrahim Ashari, ST, MT)
NIP. Y. 1030100358

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

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II

(Awan Uji/Krismanto, ST, MT)
NIP.198003012005011002

(Ir.M.Abdul Hamid, MT)
NIP.Y.1018800188



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : FARHAN
Nim : 10.12.905
Masa Bimbingan : November 2012 – Februari 2013
Judul Skripsi : **PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	27-11-2012	Konsultasi Konsep keseluruhan	
2.	14-12-2012	Presentasi 1 kemajuan	
3.	10-01-2013	Bimbingan laporan skripsi bab 1-3	
4.	26-01-2013	Konsultasi Pemograman Mikro 2	
5.	28-01-2013	Bimbingan laporan bab 4 dan 5	
6.	05-02-2013	Bimbingan makalah seminar hasil	
7.	07-02-2013	Revisi makalah seminar hasil (kesimpulan)	
8.	12-02-2013	ACC makalah seminar hasil	
9.			
10.			

Malang, Maret 2013
Dosen Pembimbing,

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



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : FARHAN
Nim : 10.12.905
Masa Bimbingan : November 2012 – Februari 2013
Judul Skripsi : **PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	12-12-2012	Penjelasan mengenai <i>system hybrid</i> yang sudah ada	
2.	10-01-2013	Bimbingan laporan skripsi bab 1 dan 2	
3.	17-01-2013	Bimbingan laporan skripsi bab 3	
4.	26-01-2013	Presentasi 1 <i>progress report</i>	
5.	28-01-2013	Bimbingan laporan skripsi bab 4-5	
6.	05-02-2013	Bimbingan makalah seminar hasil	
7.	07-02-2013	Revisi makalah seminar hasil (abstrak dan isi)	
8.	13-02-2013	ACC makalah seminar hasil	
9.			
10.			

Malang, Maret 2013
Dosen Pembimbing,

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda. MT
NIP.Y. 1018800189



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

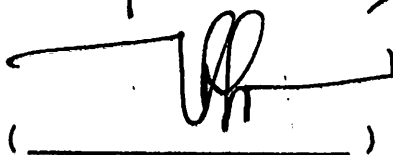
Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA
NIM
Perbaikan meliputi

Farhan
1012105

- Pd. Kesimpulan + ampilkan yg dpt
di lakukan sesuai fungsi scada
yaitu monitoring & controlling

Malang, 19-02-2013

()



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 19 Februari 2013

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : FARHAN
2. NIM : 10.12.905
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : **PERANCANGAN SISTEM SCADA PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID**

No	Materi Perbaikan	Ket
1	Pada kesimpulan tampilkan yang dapat dilakukan sesuai fungsi SCADA yaitu <i>monitoring</i> dan <i>controlling</i>	

Dosen Penguji I

Ir. M. Abdul Hamid, MT

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018800189

Mikro 1

This program was produced by the
CodeWizardAVR V1.25.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2007 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 12/12/2012
Author : Toks
Company : Toks
Comments:

Chip type : ATmega8535
Program type : Application
Clock frequency : 4,000000 MHz
Memory model : Small
External SRAM size : 0
Data Stack size : 128

*****/

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

```
// I2C Bus functions
```

```
asm  
    .equ __i2c_port=0x15 ;PORTC  
    .equ __sda_bit=1  
    .equ __scl_bit=0  
endasm
```

```
#include <i2c.h>
```

```
// DS1307 Real Time Clock functions
```

```
#include <ds1307.h>
```

```
define RXB8 1  
define TXB8 0  
define UPE 2  
define OVR 3  
define FE 4  
define UDRE 5  
define RXC 7
```

```
define FRAMING_ERROR (1<<FE)  
define PARITY_ERROR (1<<UPE)  
define DATA_OVERRUN (1<<OVR)
```

Mikro 1

```

#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)

unsigned char sendBuf[32], slaveID=1;
unsigned char CRC[2],CRCLow, CRCHigh;
unsigned char r_ready;
int dataADC_PV,dataADC_winddir,dataADC_suhu,x,arah_angin,num_rev,windspeed;
int adc_dir[8] = {26, 45, 77, 118, 161, 196, 220, 256};
/*["W","NW","N","SW","NE","S","SE","E"]
unsigned char jam, menit, detik, tanggal, bulan, tahun;
int next_calc_speed;

void GetCRC(char message[], char panjangdata);
void readRegisters();
int getRegisterVal(int addr,int *tempData);
int calculate_windspeed();

/ External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)

/ Place your code here
num_rev++;

/ USART Receiver buffer
#define RX_BUFFER_SIZE 8
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];

if RX_BUFFER_SIZE<256
unsigned char rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
else
unsigned int rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
endif

/ This flag is set on USART Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow;

/ USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)

char status,data;
status=UCSRA;
data=UDR;
if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR | DATA_OVERRUN))==0)
{

```

Mikro 1

```
if (rx_wr_index <=7)
{
    rx_buffer[rx_wr_index]=data;
    rx_wr_index++;
    if (rx_wr_index==8)
    {
        r_ready=1;
    }
}
};

#ifdef _DEBUG_TERMINAL_IO_
Get a character from the USART Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)

char data;
while (rx_counter==0);
data=rx_buffer[rx_rd_index];
if (++rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
printf("cli")
rx_counter;
printf("sei")
return data;

#pragma used-
#endif

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

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

Read the AD conversion result
signed int read_adc(unsigned char adc_input)

ADCW=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
Start the AD conversion
SRA|=0x40;
Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
SRA|=0x10;
return ADCW;

Declare your global variables here

int main(void)
```

Mikro 1

```
/ Declare your local variables here

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

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

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

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

Timer/Counter 0 initialization
Clock source: System Clock
Clock value: Timer 0 Stopped
Mode: Normal top=FFh
OC0 output: Disconnected
CR0=0x00;
NT0=0x00;
R0=0x00;

Timer/Counter 1 initialization
Clock source: System Clock
Clock value: Timer 1 Stopped
Mode: Normal top=FFFFh
OC1A output: Discon.
OC1B output: Discon.
Noise Canceler: Off
Input Capture on Falling Edge
Timer 1 Overflow Interrupt: Off
Input Capture Interrupt: Off
Compare A Match Interrupt: Off
Compare B Match Interrupt: Off
CR1A=0x00;
CR1B=0x00;
```

Mikro 1

```
CNT1H=0x00;
CNT1L=0x00;
CR1H=0x00;
CR1L=0x00;
CR1AH=0x00;
CR1AL=0x00;
CR1BH=0x00;
CR1BL=0x00;

/ Timer/Counter 2 initialization
/ Clock source: System Clock
/ Clock value: Timer 2 Stopped
/ Mode: Normal top=FFh
/ OC2 output: Disconnected
SSR=0x00;
CCR2=0x00;
CNT2=0x00;
CR2=0x00;

/ External Interrupt(s) initialization
/ INT0: On
/ INT0 Mode: Falling Edge
/ INT1: Off
/ INT2: Off
ICR|=0x40;
UCR=0x02;
UCSR=0x00;
IFR=0x40;

/ Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
MSK=0x00;

/ USART initialization
/ Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
/ USART Receiver: On
/ USART Transmitter: On
/ USART Mode: Asynchronous
/ USART Baud rate: 9600
SRA=0x00;
SRB=0x98;
SRC=0x86;
RRH=0x00;
RRL=0x19;

/ Analog Comparator initialization
/ Analog Comparator: Off
/ Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
SR=0x80;
IOR=0x00;

ADC initialization
```

Mikro 1

```
/ ADC Clock frequency: 1000,000 kHz
/ ADC Voltage Reference: AREF pin
/ ADC High Speed Mode: Off
/ ADC Auto Trigger Source: None
DMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
DCSRA=0x82;
FIOR&=0xEF;

/I2C Bus initialization
i2c_init();

/ DS1307 Real Time Clock initialization
/ Square wave output on pin SQW/OUT: Off
/ SQW/OUT pin state: 0
rtc_init(0,0,0);

/ Global enable interrupts
asm("sei")

rtc_get_time(&jam,&menit,&detik);
next_calc_speed=detik+5;
if (next_calc_speed>=60 )
{
    next_calc_speed =next_calc_speed-60;
}

_ready=0;
wr_index=0;
CSR.B7=1;

while (1)
{
    // Place your code here
    //read Solar irradiation
    dataADC_PV=read_adc(0);
    //read PV temperature
    dataADC_suhu=read_adc(1);
    //read wind direction
    dataADC_winddir=read_adc(2);
    dataADC_winddir >>=2;
    for (x=0;x<8;x++)
    {
        if (adc_dir[x]>=dataADC_winddir)
            break;
    }
    arah_angin=x;
    //read wind speed
    rtc_get_time(&jam,&menit,&detik); // mengakses jam
    //rtc_get_date(&tanggal,&bulan,&tahun); //mengakses tanggal
    // windspeed=detik;//next_calc_speed;
```

Mikro 1

```
if (detik>=next_calc_speed)
{
    windspeed=calculate_windspeed();
    next_calc_speed=detik+5;
    if (next_calc_speed>=60 )
    {
        next_calc_speed =next_calc_speed-60;
    }
}
```

```
//read data from MODBUS Master
if(r_ready==1)
{
    readRegisters();
    r_ready=0;
    rx_wr_index=0;
}
```

```
//
delay_ms(500);
};
```

```
int calculate_windspeed()
{
```

```
    long speed=2400;// (dalam km/h)    1492*0.447;// dalam m/s
    speed *=num_rev;
    speed /=50;//dua angka desimal
    num_rev=0;
    return speed;
```

```
}
```

```
void GetCRC(char message[], char panjangdata)
// unsigned int GetCRC(char message[], char panjangdata)
{
    //Function expects a modbus message of any length as well as a 2 byte
    //array in which to
    //return the CRC values:
    unsigned char i,j;
    unsigned int CRCFull = 0xFFFF;
    // unsigned char CRCHigh = 0xFF, CRCLow = 0xFF;
    unsigned char CRCLSB;

    for (i = 0; i < (panjangdata) ; i++)
    {
        CRCFull = (CRCFull ^ message[i]);
```

Mikro 1

```
for ( j = 0; j < 8; j++)
{
    CRCLSB = (CRCFull & 0x0001); //ambil LSB
    CRCFull = ((CRCFull >> 1) & 0x7FFF); // geser

    if (CRCLSB == 1)
        CRCFull = CRCFull ^ 0xA001;
}
}
CRC[1] = CRCHigh = ((CRCFull >> 8) & 0xFF);
CRC[0] = CRCLow = (CRCFull & 0xFF);

return ;//0 ; //CRCFull;
}
```

void readRegisters(void)

```
unsigned char addr;
unsigned char tempAddr;

unsigned int crcData;
unsigned char readCount;
unsigned char byteCount;

unsigned int i;
unsigned int tempData = 0;

//addr = (receBuf[2]<<8) + receBuf[3];
//tempAddr = addr & 0xffff;
addr = rx_buffer[3]; //hany alamat Lo
tempAddr = addr;

//readCount = (receBuf[4]<<8) + receBuf[5]; //?????
readCount = rx_buffer[5]; //hanya count Lo

byteCount = readCount * 2;

for(i=0;i<byteCount;i++)
{
    tempAddr++;
    getRegisterVal(tempAddr,&tempData);
    sendBuf[2*i+3] = tempData >> 8;
    sendBuf[2*i+4] = tempData & 0xff;
}

sendBuf[0] = slaveID;
sendBuf[1] = 3;
sendBuf[2] = byteCount;
```

Mikro 1

```
byteCount = byteCount + 3;
GetCRC(sendBuf,byteCount);;
sendBuf[byteCount] = CRC[0]; // crcData >> 8;
byteCount++;
sendBuf[byteCount] = CRC[1] ;//crcData & 0xff;

for (i=0;i<byteCount+1;i++)
{
    putchar(sendBuf[i]);
}
```

```
int getRegisterVal(int addr,int *tempData)
```

```
    int result = 0;

    switch(addr & 0xff)
    {
        case 16:
            *tempData = dataADC_PV;
            break;
        case 17:
            *tempData = dataADC_suhu;
            break;
        case 18:
            *tempData = arah_angin;
            break;
        case 19:
            *tempData = windspeed;
            break;
        default:
            break;
    }

    return result;
```

mikro 2

This program was produced by the
CodeWizardAVR V1.25.3 Standard
Automatic Program Generator
Copyright 1998-2007 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 14/12/2012
Author : Toks
Company : Toks
Comments:

Chip type : ATmega8535
Program type : Application
Clock frequency : 4,000000 MHz
Memory model : Small
External SRAM size : 0
Data Stack size : 128

*****/

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

```
/ I2C Bus functions
```

```
asm  
    .equ __i2c_port=0x15 ;PORTC  
    .equ __sda_bit=1  
    .equ __scl_bit=0  
endasm  
#include <i2c.h>
```

```
/ DS1307 Real Time Clock functions  
#include <ds1307.h>
```

```
#define RXB8 1  
#define TXB8 0  
#define UPE 2  
#define OVR 3  
#define FE 4  
#define UDRE 5  
#define RXC 7
```

```
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)  
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)  
#define DATA_OVERRUN (1<<OVR)  
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)  
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)
```

mikro 2

```
signed char sendBuf[32], slaveID=2;
signed char CRC[2],CRCLow, CRCHigh;
signed char r_ready;
int dataADC_IPV,dataADC_VPV, dataADC_IWind, dataADC_VWind;
int dataADC_ILoad,dataADC_VLoad, dataADC_IBus, dataADC_VBus;

void GetCRC(char message[], char panjangdata);
void readRegisters();
int getRegisterVal(int addr,int *tempData);

/ USART Receiver buffer
define RX_BUFFER_SIZE 8
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];

if RX_BUFFER_SIZE<256
signed char rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
else
signed int rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
endif

/ This flag is set on USART Receiver buffer overflow
int rx_buffer_overflow;

/ USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)

char status,data;
status=UCSRA;
data=UDR;
if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR | DATA_OVERRUN))==0)
{
if (rx_wr_index <=7)
{
rx_buffer[rx_wr_index]=data;
rx_wr_index++;
if (rx_wr_index==8)
{
r_ready=1;
}
}
}
};

#ifdef _DEBUG_TERMINAL_IO_
/ Get a character from the USART Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
```

mikro 2

```
char data;
while (rx_counter==0);
data=rx_buffer[rx_rd_index];
if (++rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
asm("cli")
--rx_counter;
asm("sei")
return data;

#pragma used-
#endif

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

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

/ Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)

ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
/ Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
/ Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;

/ Declare your global variables here

void main(void)

/ Declare your local variables here

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

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

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

mikro 2

```
/ State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
DRTC=0x00;
DRRC=0x00;
```

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

```
/ Timer/Counter 0 initialization
/ Clock source: System Clock
/ Clock value: Timer 0 Stopped
/ Mode: Normal top=FFh
/ OC0 output: Disconnected
CR0=0x00;
CNT0=0x00;
CR0=0x00;
```

```
/ Timer/Counter 1 initialization
/ Clock source: System Clock
/ Clock value: Timer 1 Stopped
/ Mode: Normal top=FFFFh
/ OC1A output: Discon.
/ OC1B output: Discon.
/ Noise Canceler: Off
/ Input Capture on Falling Edge
/ Timer 1 Overflow Interrupt: Off
/ Input Capture Interrupt: Off
/ Compare A Match Interrupt: Off
/ Compare B Match Interrupt: Off
CR1A=0x00;
CR1B=0x00;
NT1H=0x00;
NT1L=0x00;
R1H=0x00;
R1L=0x00;
R1AH=0x00;
R1AL=0x00;
R1BH=0x00;
R1BL=0x00;
```

```
Timer/Counter 2 initialization
Clock source: System Clock
Clock value: Timer 2 Stopped
Mode: Normal top=FFh
OC2 output: Disconnected
SR=0x00;
CR2=0x00;
NT2=0x00;
R2=0x00;
```

mikro 2

```
External Interrupt(s) initialization
INT0: Off
INT1: Off
INT2: Off
UCR=0x00;
UCSR=0x00;

Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
MSK=0x00;

USART initialization
Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
USART Receiver: On
USART Transmitter: On
USART Mode: Asynchronous
USART Baud rate: 9600
SRA=0x00;
SRB=0x98;
SRC=0x86;
RRH=0x00;
RRL=0x19;

Analog Comparator initialization
Analog Comparator: Off
Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
SR=0x80;
IOR=0x00;

ADC initialization
ADC Clock frequency: 62,500 kHz
ADC Voltage Reference: AREF pin
ADC High Speed Mode: Off
ADC Auto Trigger Source: None
MUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
CSRA=0x86;
IOR&=0xEF;

I2C Bus initialization
i2c_init();

DS1307 Real Time Clock initialization
Square wave output on pin SQW/OUT: Off
SQW/OUT pin state: 0
i2c_init(0,0,0);

Global enable interrupts
asm("sei")

file (1)
{
```

mikro 2

```
// Place your code here
dataADC_IPV=read_adc(0);
delay_ms(50);
dataADC_VPV=read_adc(1);
delay_ms(50);
dataADC_IWind=read_adc(2);
delay_ms(50);
dataADC_VWind=read_adc(3);
delay_ms(50);
dataADC_ILoad=read_adc(4);
delay_ms(50);
dataADC_VLoad=read_adc(5);
delay_ms(50);
dataADC_IBus=read_adc(6);
delay_ms(50);
dataADC_VBus=read_adc(7);
delay_ms(50);
```

```
//read data from MODBUS Master
if(r_ready==1)
{
    readRegisters();
    r_ready=0;
    rx_wr_index=0;
}
```

```
//
delay_ms(500);
};
```

```
void GetCRC(char message[], char panjangdata)
```

```
// unsigned int GetCRC(char message[], char panjangdata)
```

```
{
    //Function expects a modbus message of any length as well as a 2 byte
```

```
array in which to
```

```
//return the CRC values:
```

```
unsigned char i,j;
```

```
unsigned int CRCFull = 0xFFFF;
```

```
// unsigned char CRCHigh = 0xFF, CRCLow = 0xFF;
```

```
unsigned char CRCLSB;
```

```
for (i = 0; i < (panjangdata) ; i++)
```

```
{
```

```
    CRCFull = (CRCFull ^ message[i]);
```

```
    for ( j = 0; j < 8; j++)
```

```
    {
```

```
        CRCLSB = (CRCFull & 0x0001); //ambil LSB
```

```
        CRCFull = ((CRCFull >> 1) & 0x7FFF); // geser
```

mikro 2

```
        if (CRCLSB == 1)
            CRCFull = CRCFull ^ 0xA001;
    }
}
CRC[1] = CRCHigh = ((CRCFull >> 8) & 0xFF);
CRC[0] = CRCLow = (CRCFull & 0xFF);

return ;//0 ; //CRCFull;
}

void readRegisters(void)

unsigned char addr;
unsigned char tempAddr;

unsigned int crcData;
unsigned char readCount;
unsigned char byteCount;

unsigned int i;
unsigned int tempData = 0;

//addr = (receBuf[2]<<8) + receBuf[3];
//tempAddr = addr & 0xffff;
addr = rx_buffer[3]; //hany alamat Lo
tempAddr = addr;

//readCount = (receBuf[4]<<8) + receBuf[5]; //?????
readCount = rx_buffer[5]; //hanya count Lo

byteCount = readCount * 2;

for(i=0;i<byteCount;i++)
{
    tempAddr++;
    getRegisterVal(tempAddr,&tempData);
    sendBuf[2*i+3] = tempData >> 8;
    sendBuf[2*i+4] = tempData & 0xff;
}

sendBuf[0] = slaveID;
sendBuf[1] = 3;
sendBuf[2] = byteCount;
byteCount = byteCount + 3;
GetCRC(sendBuf,byteCount);
sendBuf[byteCount] = CRC[0]; // crcData >> 8;
byteCount++;
sendBuf[byteCount] = CRC[1] ;//crcData & 0xff;
```

mikro 2

```
for (i=0;i<byteCount+1;i++)
{
    putchar(sendBuf[i]);
}
```

```
t getRegisterVal(int addr,int *tempData)
```

```
int result = 0;
```

```
switch(addr & 0xff)
```

```
{
    case 20:
        *tempData = dataADC_IPV;
        break;
    case 21:
        *tempData = dataADC_VPV;
        break;
    case 22:
        *tempData = dataADC_IWind;
        break;
    case 23:
        *tempData = dataADC_VWind;
        break;
    case 24:
        *tempData = dataADC_ILoad;
        break;
    case 25:
        *tempData = dataADC_VLoad;
        break;
    case 26:
        *tempData = dataADC_IBus;
        break;
    case 27:
        *tempData = dataADC_VBus;
        break;
    default:
        break;
}
```

```
return result;
```

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

Features and Benefits

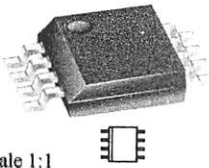
- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth is set via the new FILTER pin
- 5 μ s output rise time in response to step input current
- 80 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at $T_A = 25^\circ\text{C}$
- Small footprint, low-profile SOIC8 package
- 1.2 m Ω internal conductor resistance
- 2.1 kVRMS minimum isolation voltage from pins 1-4 to pins 5-8
- 5.0 V, single supply operation
- 66 to 185 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Ratiometric output from supply voltage



TÜV America
Certificate Number:
U8V 06 05 54214 010



Package: 8 Lead SOIC (suffix LC)



Approximate Scale 1:1

Description

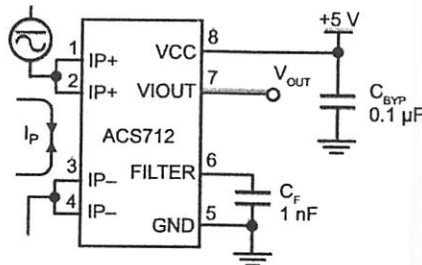
The Allegro® ACS712 provides economical and precise solutions for AC or DC current sensing in industrial, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switch-mode power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

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

The output of the device has a positive slope ($>V_{IOUT(Q)}$) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 3 and 4), which is the path used for current sampling. The internal resistance of this conductive path is 1.2 m Ω typical, providing low power loss. The thickness of the copper conductor allows survival of

Continued on the next page...

Typical Application



Application 1. The ACS712 outputs an analog signal, V_{OUT} , that varies linearly with the uni- or bi-directional AC or DC primary sampled current, I_P , within the range specified. C_F is recommended for noise management, with values that depend on the application.

ACS712

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

Description (continued)

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

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

Selection Guide

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

*Contact Allegro for additional packing options.

Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V _{CC}		8	V
Reverse Supply Voltage	V _{RCC}		-0.1	V
Output Voltage	V _{IOUT}		8	V
Reverse Output Voltage	V _{RIOUT}		-0.1	V
Output Current Source	I _{IOUT(SOURCE)}		3	mA
Output Current Sink	I _{IOUT(SINK)}		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	I _p	1 pulse, 100 ms	100	A
Nominal Operating Ambient Temperature	T _A	Range E	-40 to 85	°C
Maximum Junction Temperature	T _{J(max)}		165	°C
Storage Temperature	T _{stg}		-65 to 170	°C

Isolation Characteristics

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

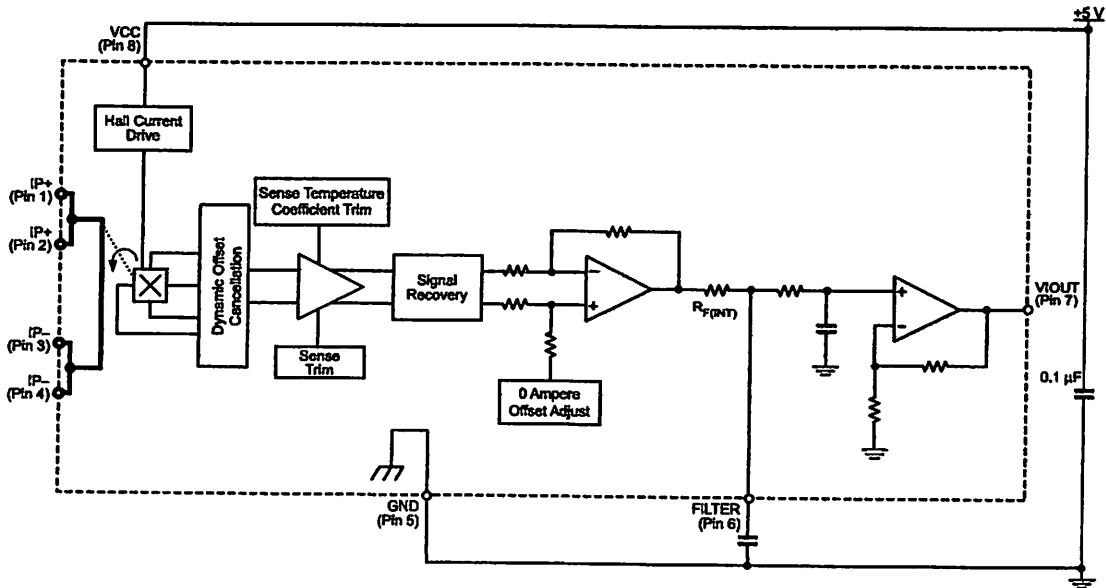
* Allegro does not conduct 60-second testing. It is done only during the UL certification process.

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

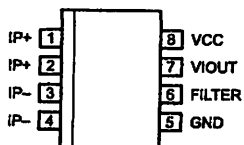


Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutbiff
Worcester, Massachusetts 01615-0038 U.S.A.
1.800.853.5000; www.allegromicro.com

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

ACS712

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

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

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

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

² ± 1 G = 0.1 mT.

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

COMMON THERMAL CHARACTERISTICS¹

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

Additional thermal information is available on the Allegro website.

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



Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0038 U.S.A.
1.508.853.5000; www.allegromicro.com

ACS712

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

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

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-5	-	5	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	180	185	190	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	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
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	-	-0.28	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	-	-0.08	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	-	0.054	-	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	-	-0.008	-	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_P = \pm 5\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	± 1.6	-	%

¹Device 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.

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

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

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-20	-	20	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	98	100	104	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	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
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	-	-0.34	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	-	-0.07	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	-	0.017	-	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	-	-0.004	-	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_P = \pm 20\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	± 1.5	-	%

¹Device 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.

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

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

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-30	-	30	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	63	66	69	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	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
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	-	-0.35	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	-	-0.08	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	-	0.007	-	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	-	-0.002	-	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_P = \pm 30\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	± 1.5	-	%

¹Device 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.

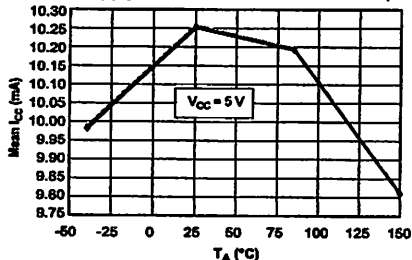
²Percentage of I_P , with $I_P = 30\text{ A}$. Output filtered.



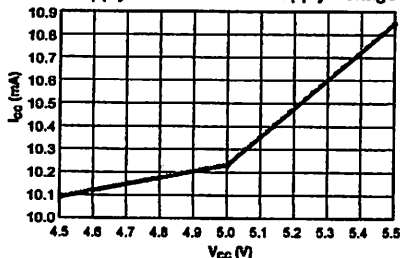
Characteristic Performance

$I_p = 5\text{ A}$, unless otherwise specified

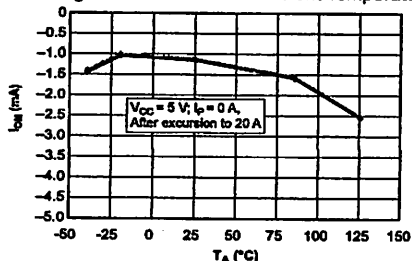
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



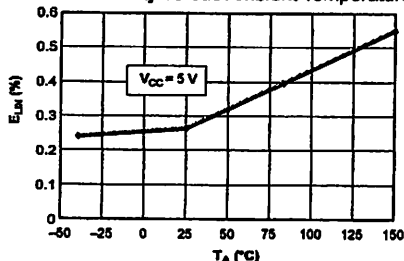
Supply Current versus Supply Voltage



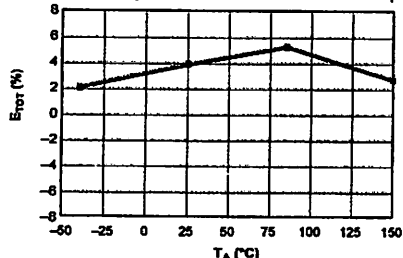
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



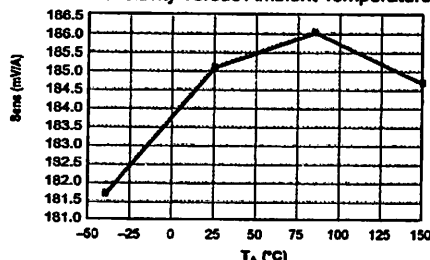
Nonlinearity versus Ambient Temperature



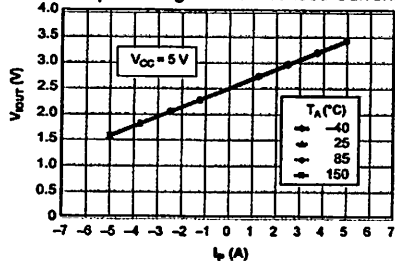
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



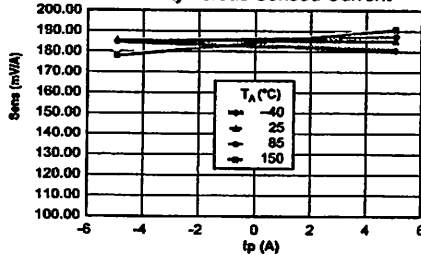
Sensitivity versus Ambient Temperature



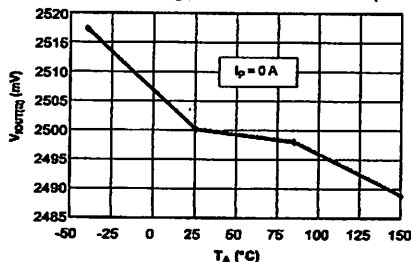
Output Voltage versus Sensed Current



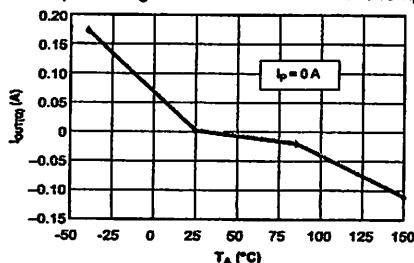
Sensitivity versus Sensed Current



0 A Output Voltage versus Ambient Temperature



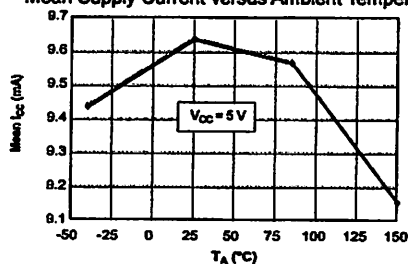
0 A Output Voltage Current versus Ambient Temperature



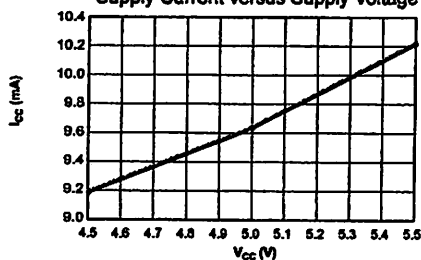
Characteristic Performance

$I_p = 20$ A, unless otherwise specified

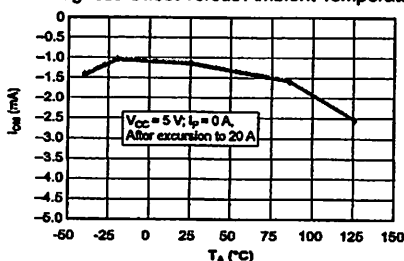
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



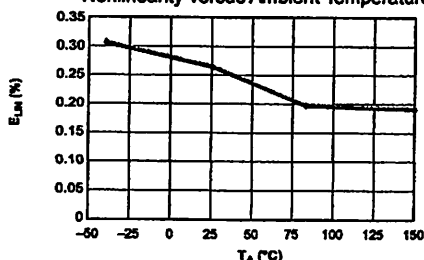
Supply Current versus Supply Voltage



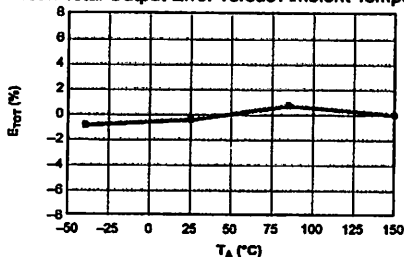
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



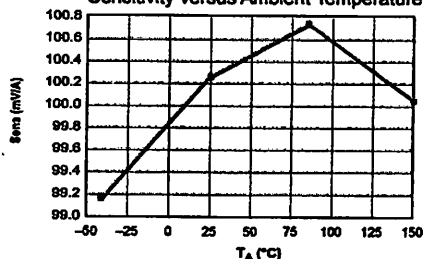
Nonlinearity versus Ambient Temperature



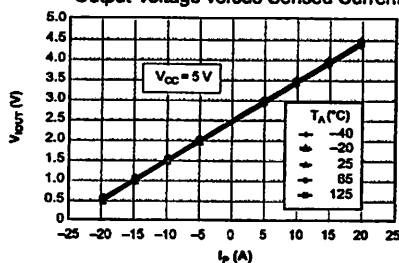
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



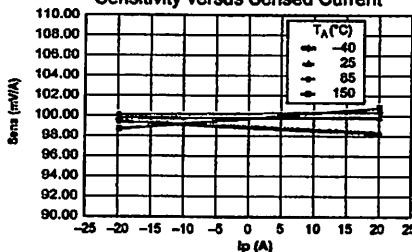
Sensitivity versus Ambient Temperature



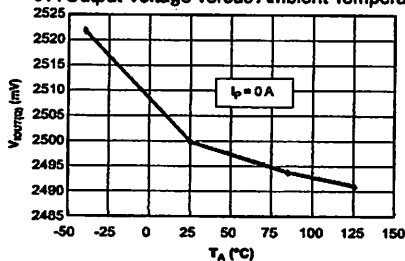
Output Voltage versus Sensed Current



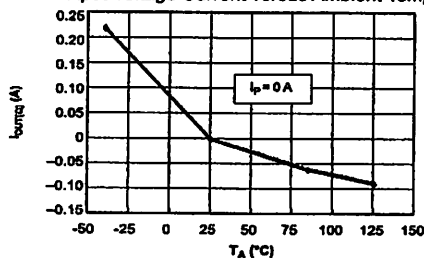
Sensitivity versus Sensed Current



0 A Output Voltage versus Ambient Temperature



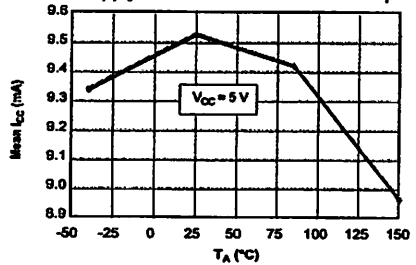
0 A Output Voltage Current versus Ambient Temperature



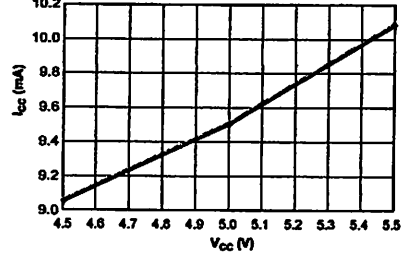
Characteristic Performance

$I_p = 30$ A, unless otherwise specified

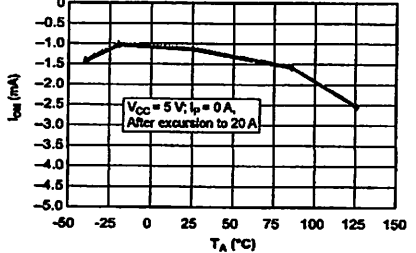
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



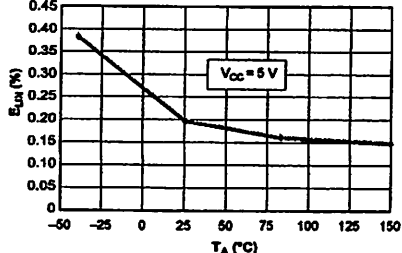
Supply Current versus Supply Voltage



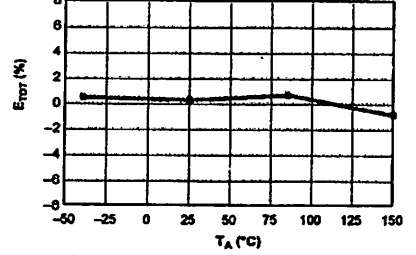
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



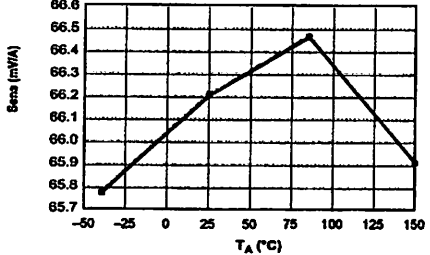
Nonlinearity versus Ambient Temperature



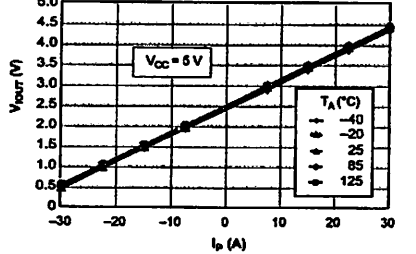
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



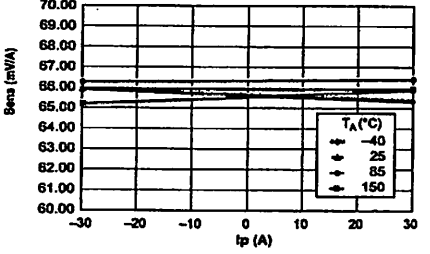
Sensitivity versus Ambient Temperature



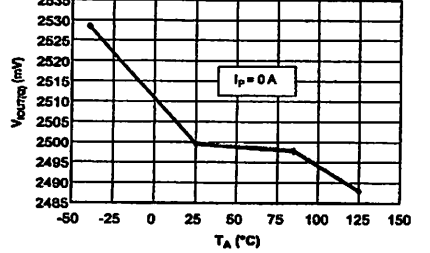
Output Voltage versus Sensed Current



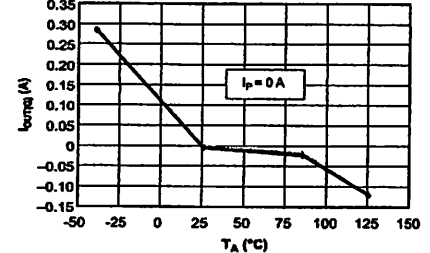
Sensitivity versus Sensed Current



0 A Output Voltage versus Ambient Temperature



0 A Output Voltage Current versus Ambient Temperature



Definitions of Accuracy Characteristics

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

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

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

$$100 \left\{ 1 - \left[\frac{\Delta \text{gain} \times \% \text{ sat} (V_{IOUT_full-scale \text{ amperes}} - V_{IOUT(Q)})}{2 (V_{IOUT_half-scale \text{ amperes}} - V_{IOUT(Q)})} \right] \right\}$$

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

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

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

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

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

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

Accuracy is divided into four areas:

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

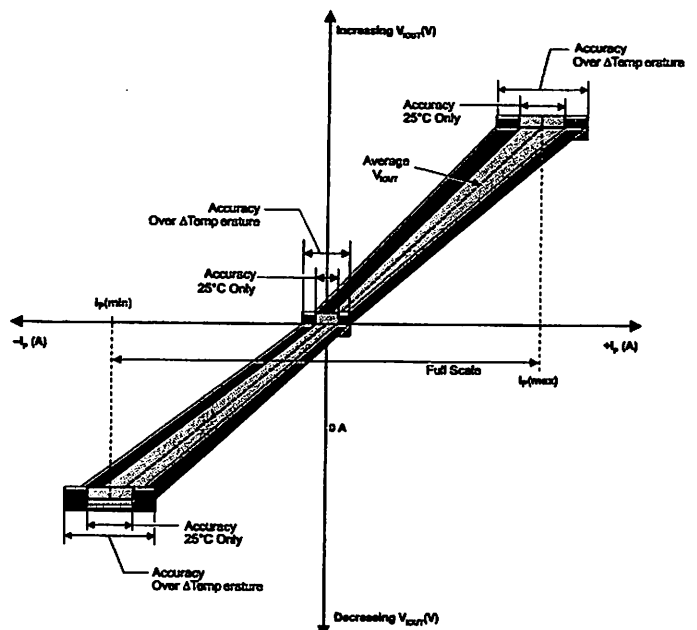
Ratiometry. The ratiometric feature means that its 0 A output, $V_{IOUT(Q)}$ (nominally equal to $V_{CC}/2$) and sensitivity, Sens, are proportional to its supply voltage, V_{CC} . The following formula is used to derive the ratiometric change in 0 A output voltage, $\Delta V_{IOUT(Q)RAT}$ (%).

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

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

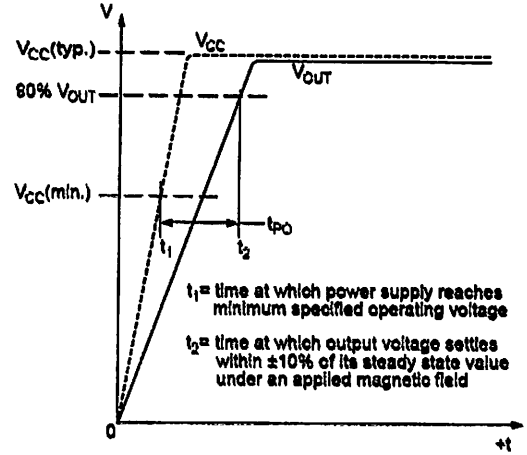
$$100 \left(\frac{\text{Sens}_{VC} / \text{Sens}_{5V}}{V_{CC} / 5 V} \right)$$

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

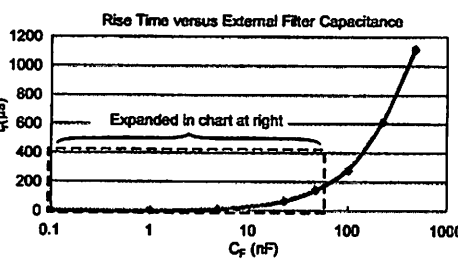
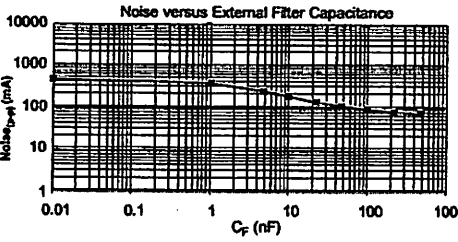
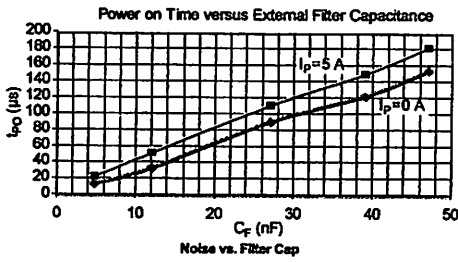
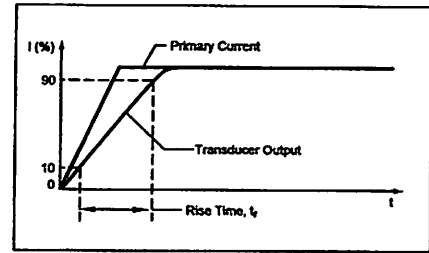


Definitions of Dynamic Response Characteristics

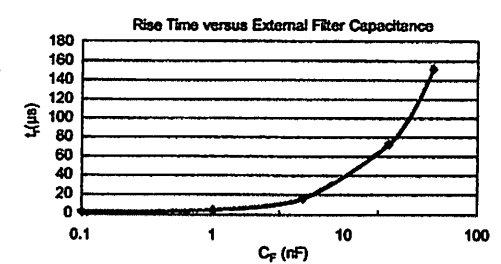
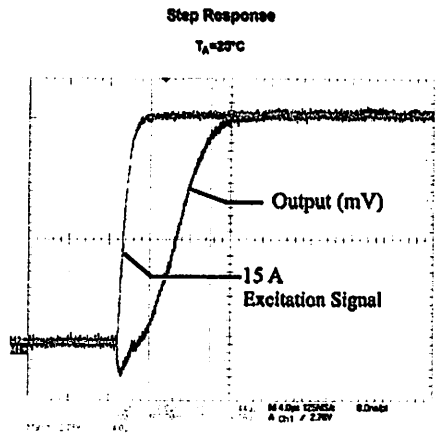
Power-On Time (t_{PO}). When the supply is ramped to its operating voltage, the device requires a finite time to power its internal components before responding to an input magnetic field. Power-On Time, t_{PO} , is defined as the time it takes for the output voltage to settle within $\pm 10\%$ of its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



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



C_F (nF)	t_r (μ s)
Open	3.5
1	5.8
4.7	17.5
22	73.5
47	89.2
100	291.3
220	623
470	1120

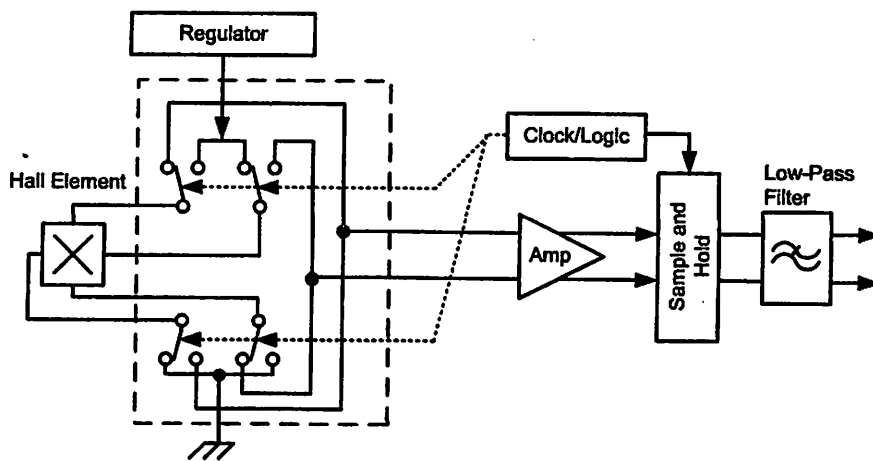


Chopper Stabilization Technique

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. Modulation is used to separate the undesired DC offset signal from the magnetically induced signal in the frequency domain. Then, using a low-pass filter, the modulated DC offset is suppressed while the magnetically induced signal passes through

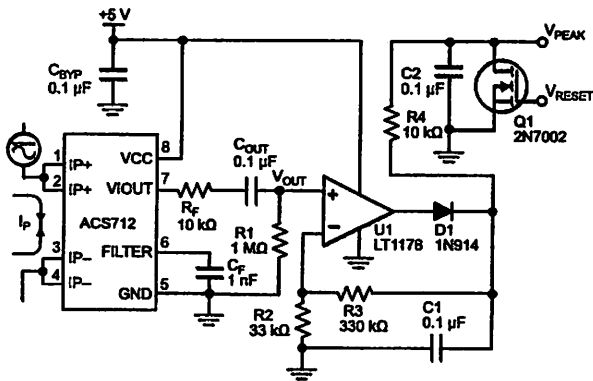
the filter. As a result of this chopper stabilization approach, the output voltage from the Hall IC is desensitized to the effects of temperature and mechanical stress. This technique produces devices that have an extremely stable Electrical Offset Voltage, are immune to thermal stress, and have precise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

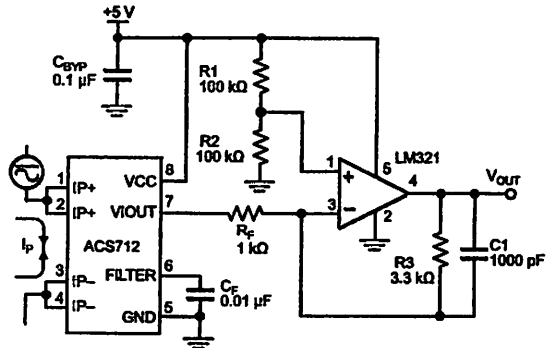


Concept of Chopper Stabilization Technique

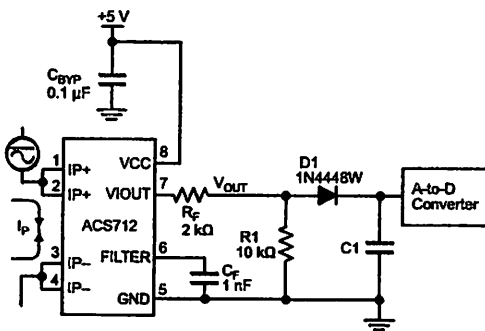
Typical Applications



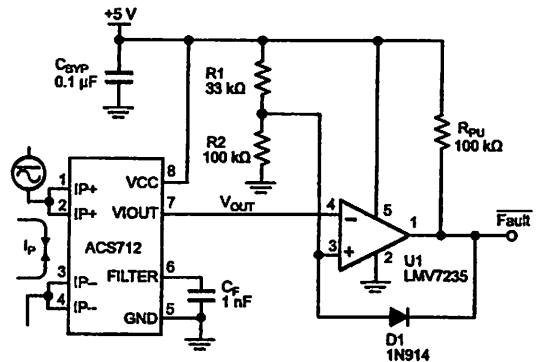
Application 2. Peak Detecting Circuit



Application 3. This configuration increases gain to 610 mV/A (tested using the ACS712ELC-05A).



Application 4. Rectified Output. 3.3 V scaling and rectification application for A-to-D converters. Replaces current transformer solutions with simpler ACS circuit. C1 is a function of the load resistance and filtering desired. R1 can be omitted if the full range is desired.



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.

ACS712

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

Improving Sensing System Accuracy Using the FILTER Pin

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

Signal attenuation, ΔV_{ATT} , is a result of the resistive divider effect between the resistance of the external filter, R_F (see Application 6), and the input impedance and resistance of the customer interface circuit, R_{INTFC} . The transfer function of this resistive divider is given by:

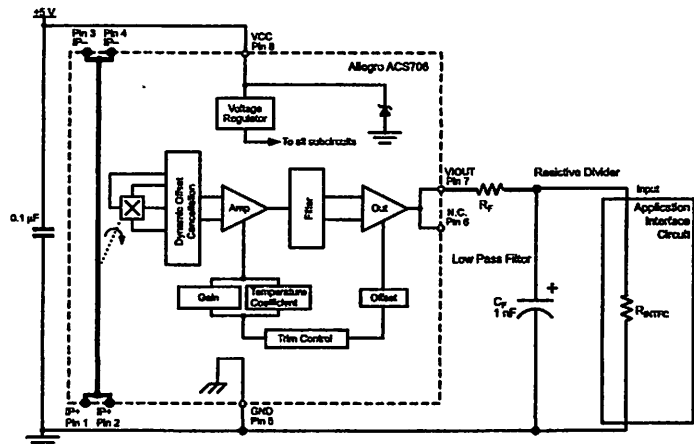
$$\Delta V_{ATT} = V_{IOUT} \left(\frac{R_{INTFC}}{R_F + R_{INTFC}} \right)$$

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

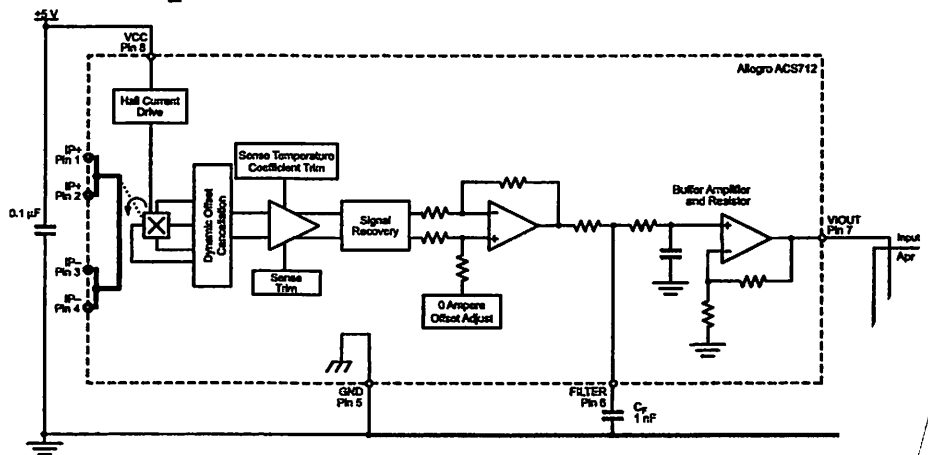
temperature. Therefore, signal attenuation will vary as a function of temperature. Note that, in many cases, the input impedance, R_{INTFC} , of a typical analog-to-digital converter (ADC) can be as low as 10 k Ω .

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 ΔV_{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.

Application 6. When a low pass filter is constructed externally to 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 given by the transfer function for ΔV_{ATT} .

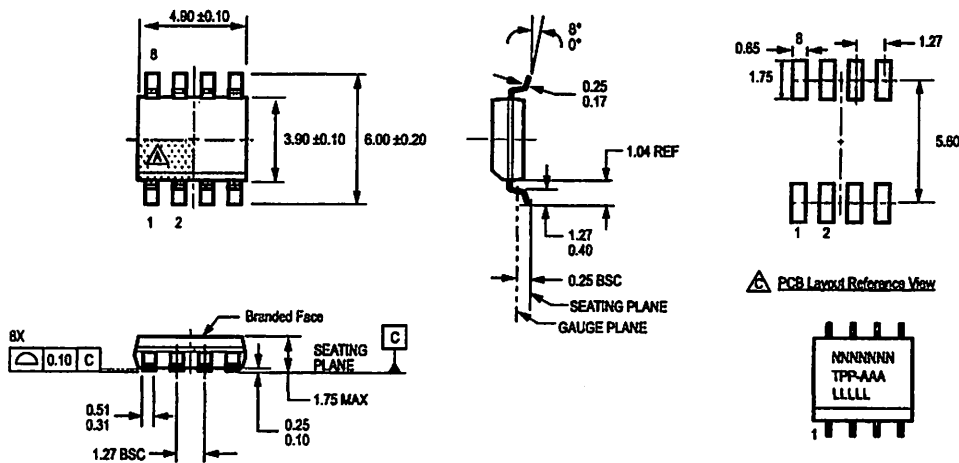


Application 7. Using the FILTER pin provided on the ACS712 eliminates the attenuation effects of the resistor divider between R_F and R_{INTFC} , shown in Application 6.



Allegro Microsystems, Inc.
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036
1.800.653.8000; www.allegromicro.com

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 IPC7351 SOIC127P600X175-8M); 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
 Belly Brand = Country of Origin



Allegro MicroSystems, Inc.
 115 Northeast Cutoff
 Worcester, Massachusetts 01615-0038 U
 1.800.653.5000; www.allegromicro.com

Revision History

Revision	Revision Date	Description of Revision
Rev. 15	November 16, 2015	Update rise time and isolation, I_{OUT} reference data, patents

Copyright ©2006-2012, Allegro MicroSystems, Inc.

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

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in 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, Inc. 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



Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff
Worchester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000; www.allegromicro.com

BIOGRAFI PENULIS



Farhan lahir pada tanggal 12 Maret 1991 di kota Jakarta. Merupakan anak kedua dari tiga bersaudara bapak Ir.Muammar dan ibu Rosniwaty.Amd. Penulis memulai pendidikan pada tahun 1997 penulis melanjutkan pendidikannya di SD BANI SALEH 01 KOTA BEKASI dan lulus 2003. Pertengahan tahun 2003 penulis mengenyam pendidikan di SMP NEGERI 2 KOTA BEKASI sampai tahun 2006. Kemudian melanjutkan pendidikanya di SMA NEGERI 2 KOTA BEKASI mulai tahun 2006-2008 melalui sistem percepatan. Pendidikan diperguruan tinggi dimulai pada tahun 2008 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta sampai tahun 2009. Setelah menyelesaikan Diploma 1 penulis melanjutkan ke jenjang Stara 1 di Institut Teknologi Nasional Malang Fakultas Teknologi Industri jurusan teknik elektro S-1 dengan konsentrasi T.Energi Listrik.