



Perancangan *Monitoring* Beban pada Sistem *Solar Cell* Berbasis
Mikrokontroler Menggunakan *SMS Gateway*

SKRIPSI

Oleh

Mohammad Imron Rosidi

NIM 101910201038

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2016



Perancangan *Monitoring* Beban pada Sistem *Solar Cell* Berbasis
Mikrokontroler Menggunakan *SMS Gateway*

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
Mohammad Imron Rosidi
NIM 101910201038

PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1)
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016

PERSEMBAHAN

Segala puji hanya untuk ALLAH SWT, Tuhan yang Maha Pengasih bagi semua makhlukNya didunia lagi Maha Penyayang kepada kepada makhlukNya diakhirat kelak. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, untuk itu saya persembahkan penulisan skripsi ini kepada :

1. Allah SWT atas semua rahmat dan hidayah-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan hidupku.
3. Ibu dan Ayah sebagai penuntun langkah hidupku menuju kepada kebenaran yang hakiki, yang selalu aku butuhkan ridlo, do'a dan kasih sayangnya sepanjang hidupku baik didunia maupun di akhirat khususnya. Seluruh keluargaku yang selalu mendoakan untuk kelancaran tugas akhir ini.
4. Bapak Widjonarko,Amd., S.T., M.T. selaku ketua tim proyek Perancangan *Monitoring* Beban pada Sistem *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroller Menggunakan *SMS Gateway*. Laporan ini adalah pertanggung jawaban saya dalam mengerjakan proyek tersebut.
5. Bapak Widjonarko,Amd., S.T., M.T. terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
6. Bapak M.Agung Prawira N, S.T., M.T. terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
7. Guru-guruku sejak Sekolah Dasar hingga semua dosen selama di Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah mendidik saya dan memberikan banyak ilmu dengan penuh kesabaran.
8. Dulur-dulurku Teknik Elektro 2010, yang telah banyak membantu selama ini.
9. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember yang saya banggakan, terima kasih telah membuka jalan untuk saya menuju masa depan.

MOTTO

Orang yang berat menanggung siksa di hari kiamat ialah orang yang berilmu namun tidak mendapat manfaat dari ilmunya itu

(Muhammad SAW)

Petani belajar kepada pedagang, pedagang belajar kepada ulama, ulama belajar kepada tukang becak, tukang becak belajar kepada yang lain. Kita semua saling belajar untuk menemukan inti dari daya hidup bersama-sama.

(Emha Ainun Nadjib)

*Menjadi terkenal bukan lah sesuatu yg baik,
itu tidak akan 'Meninggikan' kita sebagai manusia.*

*Tujuan dari penciptaan kita ini, bukan lah semata untuk 'penilaian/Prestise' juga
bukan untuk mengejar 'kesuksesan' .*

*Tanpa disadari merasa gembira/lupa diri (disaat) cerita kita sudah naik
ke atas ujung mulut manusia..(buah bibir)..*

harusnya (engkau) merasa itu perihal yg memalukan.

(Amidado Dayori)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohammad Imron Rosidi

NIM : 101910201038

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Perancangan *Monitoring* Beban pada Sistem *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroller Menggunakan *SMS Gateway*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Januari 2016

Yang menyatakan,

(Mohammad Imron Rosidi)

NIM. 101910201038

SKRIPSI

PERANCANGAN *MONITORING* BEBAN PADA SISTEM *SOLAR CELL* BERBASIS MIKROKONTROLLER MENGGUNAKAN *SMS GATEWAY*

Oleh :

Mohammad Imron Rosidi

NIM 101910201038

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Widjonarko,Amd., S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : M.Agung Prawira N, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perancangan *Monitoring* Beban pada Sistem *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroller Menggunakan SMS *Gateway*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 12 Januari 2016

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Widjonarko,Amd., S.T., M.T.
NIP. 19710908 199903 1 001

M.Agung Prawira N, S.T., M.T.
NIP. 19871217 201212 1 003

Mengetahui

Anggota I

Anggota II

Sumardi, S.T., M,T
NIP. 19670113 199802 1 001

Bambang Supeno, S.T., M,T
NIP. 19690630 199512 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

PERANCANGAN *MONITORING* BEBAN PADA SISTEM *SOLAR CELL*
BERBASIS MIKROKONTROLLER MENGGUNAKAN *SMS GATEWAY*

Mohammad Imron Rosidi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Monitoring tegangan dan beban pada *solar cell* ini berbasis mikrokontroler. Tegangan yang dihasilkan panel *solar cell* dan tegangan *bateray* diukur menggunakan sensor. Dibutuhkan sebuah aplikasi *SMS Gateway* atau perangkat modem untuk mengirim data pengukuran *solar cell* dari jarak jauh, dengan memonitoring jarak jauh memudahkan untuk mengetahui berapa tegangan dan beban tanpa harus berada ditempat *solar cell*. Hasil uji coba perangkat sensor tegangan error persen rata-rata sebesar 3,18%, untuk hasil pengujian sensor arus error persen rata-rata sebesar 9,8 %. Pengujian perangkat *solar cell* besaran tegangan yang dihasilkan tertinggi rata-rata terjadi pada siang hari sebesar 19,9 volt dan arus sebesar 0,350 amper, cuaca sangat mempengaruhi hasil pengujian *solar cell*. Pengisian *battery* semakin meningkat dengan nilai peningkatan sebesar 0,12 - 0,13 V, Nilai arus semakin menurun seiring semakin penuh tegangan baterai semakin menurun besaran arus. Dari data yang di dapat dari monitoring *solar cell*, pengambilan data jam 05:00 pagi didapatkan tegangan *battery* sebesar 13,2 volt, pada tegangan beban sebesar 0,00 volt dan untuk arus pada beban sebesar 0,166 amper. Pada data ini posisi *solar cell* control dalam keadaan charging, sedangkan pada posisi beban dalam keadaan off. Pada data monitoring waktu jam 19:00 didapatkan data tegangan *battery* sebesar 12,69 volt, untuk tegangan *load* sebesar 14,42 volt dan untuk arus beban sendiri sebesar 1,330 amper. Dimana pada data ini dapat diartikan posisi *solar cell* control dalam keadaan load atau lampu penerangan jalan dalam keadaan menyala. Dari hasil penelitian pada perangkat *SMS Gateway* persentase keberhasilan pengiriman data pengukuran pada *solar cell* sebesar 100% berjalan dengan baik, keberhasilan pengiriman sangat tergantung pada sinyal GSM dan ketersediaan pulsa.

Kata kunci : *SMS Gateway*, *Solar Cell*.

*Monitoring the design load on Microcontroller-Based Solar Cell System
Using SMS Gateway*

Mohammad Imron Rosidi

Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University

ABSTRACT

Monitoring voltage and load on the microcontroller-based mini solar cell. Dihasilkan voltage solar cell panel and bateray voltage is measured using a sensor. It takes an SMS Gateway application or the modem to send the measurement data of the solar cell from a distance, with a remote monitoring makes it easier to know how much voltage and load without having in place a solar cell. The test result error voltage sensor devices percent on average by 3.18%, for the test results flow sensor error per cent on average by 9.8%. Testing the solar cell highest amount of voltage generated on average occur during the day of 19.9 volts and a current of 0.350 amperes, the weather greatly influence the results of testing solar cell. Charging the battery is increasing the value increase of 0.12 to 0.13 V, the current value decreases as more full battery voltage decreases the current magnitude. From the data obtained from monitoring the solar cell, the data retrieval 05:00 am obtained battery voltage of 13.2 volts, the load voltage of 0.00 volts and for the current load of 0.166 amperes. On this data the position of the solar cell charging control in a state, while the position of the load in the off state. At 19:00 hours the time monitoring data obtained battery voltage data at 12.69 volts, for a load voltage of 14.42 volts and for its own load current of 1,330 amperes. Where in these data can be interpreted position of the solar cell load control in a state or street lighting switched on. From the results of research on the SMS Gateway percentage of successful delivery of measurement data on the solar cell at 100% goes well, success is highly dependent on the delivery of a GSM signal and the availability of credit.

Keywords : *SMS Gateway, Solar Cell.*

PERANCANGAN *MONITORING* BEBAN PADA SISTEM *SOLAR CELL* BERBASIS MIKROKONTROLLER MENGGUNAKAN *SMS GATEWAY*

Mohammad Imron Rosidi; 101910201038; 2016; 93 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Monitoring beban pada sistem solar cell ini bertujuan untuk mengumpulkan data pengukuran pada sistem solar cell. Dimana pengukuran pada sistem solar cell meliputi pengukuran tegangan battery, pengukuran pada tegangan beban dan pengukuran arus pada beban. Kemudian hasil pengukuran tadi dikirim menggunakan media sms ke nomer yang akan dituju, sms yang dikirim bertujuan untuk pemantauan pada sistem solar cell.

Dalam penelitian ini, difokuskan pada perancangan monitoring berbasis mikrokontroller, bagaimana perangkat sensor tegangan dan arus mengambil data pada sistem solar cell kemudian perangkat mikrokontroller yang terhubung dengan lcd dan modem dapat menampilkan pemberitahuan proses pengiriman sms melalui modem. Data yang sudah terkirim pada ponsel berisi data pengukuran yakni tegangan battery, tegangan beban dan arus beban.

Variasi pengiriman data dilakukan berdasarkan waktu, pada setiap dua jam dalam satu harinya jadi terjadi 12 kali pengiriman data disetiap harinya. Pengiriman data terjadi pada jam 05:00, 07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 15:00, 17:00, 19:00, 21:00, 23:00, 01:00, 03:00. Penelitian dilakukan di Laboratorium Laboratorium CV.Buana Elektrik, Perum Bumi Este L-16, Muktisari jember.

Hasil monitoring pada sistem solar cell terlihat dimana proses charging pada battery terjadi pada jam 5:00 sampai jam 17:00, dan tegangan load terlihat berubah pada jam 19:00, ini dikarenakan ada tegangan pada beban atau lampu penerangan jalan dalam kondisi hidup. Tegangan load berubah lagi pada jam 1:00 yang terlihat pada sms, ini dikarenakan lampu penerangan jalan dalam keadaan mati ini

disebabkan kondisi battery drop tegangan. Dan pada arus beban sama halnya dengan tegangan beban terjadi perubahan pada jam 19:00 dan 1:00.

Dari Hasil Penelitian dapat disimpulkan bahwa cuaca sangat mempengaruhi besaran tegangan yang dihasilkan pada solar cell, semakin cerah cuaca semakin maksimal proses charging pada battery, kondisi battery sangat mempengaruhi pada lama tidaknya lampu menyala. Dan keberadaan sinyal gsm dan pulsa pada modem sangat mempengaruhi proses monitoring pada sistem solar cell.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan, kesempatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Sistem Pemulihan Energi Kinetik (*KERS*) Untuk Pengisian Energi Baterai Mobil Listrik”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Widjonarko, Amd., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan dan bimbingan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Bapak M. Agung Prawira N, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan dan bimbingan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
5. Bapak Sumardi, S.T., M.T. dan Bapak Satryo Budi Utomo, S.T., M.T. selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan dan koreksi demi terselesaikannya penulisan skripsi ini
6. Para Dosen beserta seluruh karyawan program-program Teknik Universitas Jember, terima kasih atas segala dukungannya selama ini.
7. Ibu tercinta Subaidah yang senantiasa memanjatkan doa untukku, tanpamu aku tidak akan menjadi seperti ini. Terimakasih atas segala cinta, kasih sayang, kesabaran, doa dan tetesan air mata yang selalu engkau lakukan untuk anakmu.

8. Bapak Arifurrohman yang selalu memberiku kasih sayang dan nasehat yang begitu berarti hingga akhirnya saya dapat memperoleh gelar sarjana teknik (ST).
9. Adikku Wardatul Arifah dan Rizki daifi mu'iz, yang selalu membuatku ceria dan bahagia, terima kasih untuk hiburannya selama ini.
10. Nurani Adi Lestari, ku ucapkan terima kasih atas suka-cita, doa, ketulusan dan selalu memberikan motivasi yang positif untuk kelancaran tugas akhir ini.
11. Dulurku Teknik Elektro Universitas Jember (PATEK UJ 2010), “Sing Penting Wani Disek”, terima kasih atas dukungan, semangat serta motivasinya.
12. Sahabat-sahabat Gundug Fams, Bhakti, Jhohan, Fathur, Reo, Erfan, Halis, Anis, yang selalu membuat hidup penuh canda dan tawa, terima kasih atas dukungannya selama ini.
13. Teman-teman yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini, Arwani, Ali gileh, Haris how, Farid Al haddad terima kasih telah membantu, meluangkan waktu, dan memberikan tenaganya.
14. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Demi kesempurnaan penulisan laporan proyek akhir ini, selalu diharapkan segala kritik dan saran dari semua pihak. Akhirnya, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 17 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN.....	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Solar Cell (Photovoltaic).....	4
2.1.1 Prinsip Dasar <i>Solar Cell (Photovoltaic)</i>	4
2.2 Solar Charger Controller	7
2.3 Battery.....	9
2.4 Mikrokontroler	12

2.4.1 Mikrokontroler Atmega16	13
2.4.2 Konstruksi Atmega16	13
2.4.3 Pin Pada Atmega16	15
2.5 Sensor	18
2.6 SMS gateway	25
2.6.1 Aplikasi SMS gateway	27
2.6.2 Strukturisasi Pengaplikasian SMS gateway	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan	31
3.3.1 Alat	31
3.3.2 Bahan	31
3.3 Diagram Alat dan FlowChart	32
3.3.1 Diagram <i>Solar Cell</i>	32
3.3.2 <i>flow Chart</i> alat	33
3.4 Kontruksi Penelitian	34
3.4.1 Perancangan <i>Solar Cell</i>	34
3.4.2 Perancangan Sistem Sensor	35
3.4.3 Perancangan Sistem Minimum Mikrokontroler	37
3.4.4 RTC	38
3.4.5 Perancangan Sistem Minimum penampil LCD	39
3.4.6 Komunikasi Serial	39
3.4.7 Relay	40
3.4.8 Perancangan Program SMS gateway	41
3.5 Perancangan dan Perhitungan	42
3.5.1 Perangkat <i>Solar Cell</i>	42
3.5.2 Perangkat <i>Solar Charge Controller</i>	44
3.5.3 Perangkat <i>Battery</i>	44
3.5.4 Perancangan SMS Gateway	45

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 PENGUJIAN SENSOR	47
4.1.1 Sensor tegangan (<i>Voltage sensor</i>).....	47
4.1.2 <i>Sensor arus</i>	49
4.2 PENGUJIAN MODEM WAVECOM	50
4.3 PENGUJIAN SOLAR CELL	50
4.4 PENGUJIAN DAN ANALISA PERANGKAT SECARA KESELURUHAN	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 KESIMPULAN	72
5.2 SARAN	72
Daftar Pustaka	73
Lampiran	74

DAFTAR TABEL

2.1	Fungsi Khusus Port B	16
2.2	Fungsi Khusus Port C	17
2.3	Fungsi Khusus Port D	17
2.4	Teknikal Pengaplikasian SMS <i>Gateway</i>	29
4.1	Pengujian Tensor Tegangan	48
4.2	Pengujian Tensor Arus.....	49
4.3	Pengujian Hari 1 <i>Solar Cell</i>	51
4.4	Pengujian Hari 2 <i>Solar Cell</i>	52
4.5	Pengujian Hari 3 <i>Solar Cell</i>	54
4.6	Pengujian <i>Charging</i> pada <i>Battery</i>	55
4.7	Kondisi Pengisian <i>Battery</i> 12V	57
4.8	Hari uji alat.....	61

DAFTAR GAMBAR

2.1	Skema <i>Solar Cell</i>	4
2.2	Cara Kerja <i>Solar Cell</i>	5
2.3	Semikonduktor Tipe-P (Kiri) dan Tipe-N (Kanan).	6
2.4	Diagram Energi Sambungan P-N Munculnya Daerah Deplesi	6
2.5	Struktur <i>Solar Cell</i> Silikon p-n <i>Junction</i>	7
2.6	Struktur <i>Solar Charge Controller</i>	8
2.7	<i>Battery</i>	9
2.8	Konfigurasi pin Atmega16.....	15
2.9	Rangkaian Pembagi Tegangan	24
3.1	Diagram blok sistem pengukuran <i>Solar Cell</i>	32
3.2	Diagram Alir Alat.....	33
3.3	Skema rangkaian <i>sollar cell</i>	34
3.4	Rangkaian Sensor Arus.....	35
3.5	Rangkaian OpAmp	36
3.6	Rangkaian voltage sensor.....	36
3.7	Sistem Minimum Mikrokontroler.....	38
3.8	RTC.....	39
3.9	Rangkaian Tampilan LCD	40
3.10	Rangkaian Serial MAX233	41
3.11	<i>Relay</i>	42
3.12	Modem wavecom M1306B	43
3.13	Panel Surya.....	44
3.14	<i>Solar Charge Controller</i>	45
3.15	<i>Battery</i>	46
3.16	Perangkat SMS <i>Gateway</i>	46
3.12	Modem wavecom M1306B	43
4.1	Rangkaian Pembagi Tegangan	48

4.2	Pengujian Modem Wavecom	50
4.3	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	51
4.4	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	53
4.5	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	53
4.6	Grafik nilai <i>charging Battery</i> terhadap waktu.....	56
4.7	Perangkat SMS <i>Gateway</i>	57
4.8	Proses pengiriman pada tampilan LCD	59
4.9	Pemberitahuan sms terkirim pada tampilan LCD.....	60
4.10	Pemberitahuan sms masuk pada selular.....	60
4.11	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	64
4.12	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	65
4.13	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	66
4.14	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	67
4.15	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	68
4.16	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	69
4.17	Grafik nilai tegangan dan arus terhadap waktu	70

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perangkat <i>Solar cell</i>	74
2. Perangkat SMS <i>Gateway</i>	76
3. Listing Program	79

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi ini sumber energi listrik sangatlah diperlukan, mengingat banyaknya peralatan saat ini yang sangat memerlukan sumber energi listrik. Sebagai konsumsi rumah tangga, gedung-gedung sekolah, kantor maupun sebagai penerangan jalan. Oleh karena pentingnya penerangan jalan pada saat ini yang bertujuan sebagai keselamatan pengendara di jalan, dan untuk mengurangi biaya yang dikeluarkan dalam hal penerangan jalan saat ini yang masih menggunakan sumber listrik PLN, saat ini sudah banyak yang sudah beralih dengan menggunakan *Solar cell* sebagai sumber listrik yang tersimpan pada *battery*.

Sumber energi alternatif terbarukan sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan listrik saat ini salah satunya menggunakan energi matahari. *Solar cell* berfungsi untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Teknologi *Solar cell* merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap *photon* dari sinar matahari dan mengkonversi menjadi listrik. *Solar cell* (*Photovoltaic*) adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. *Photovoltaic* biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. *Solar cell* mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu global warming. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi matahari sangat berlimpah dan bisa didapatkan secara gratis.

Monitoring tegangan dan beban pada *Solar cell* ini berbasis mikrokontroler. Tegangan yang dihasilkan panel *Solar cell* dan tegangan *bateray* diukur menggunakan sensor. Dibutuhkan sebuah aplikasi SMS Gateway atau perangkat modem untuk mengirim data pengukuran *Solar cell* dari jarak jauh, dengan memonitoring jarak jauh memudahkan untuk mengetahui berapa tegangan dan beban tanpa harus berada ditempat *solar cell*.

1.2 Rumusan masalah

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang menjadi rumusan masalah diantaranya:

1. Bagaimana merancang kebutuhan *Solar cell* dan *bateray* pada Perancangan *Monitoring* Beban pada Sistem *Solar Cell* Berbasis Mikrokontroller Menggunakan *SMS Gateway*.
2. Bagaimana merancang sistem kontrol pada *solar cell*.
3. Bagaimana memonitoring tegangan dan beban dengan menggunakan *sms gateway*.

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini permasalahan mengenai alat pengukur konsentrasi glukosa pada darah manusia akan dibatasi pada:

1. Perancangan alat menggunakan Mikrokontroler ATmega 16
2. Bahasa pemrograman pada mikrokontroler ATmega 16 yang digunakan adalah BASCOM AVR.
3. Tidak membahas secara detail *solar cell*.
4. Tidak membahas secara detail *bateray*.
5. Media untuk *sms gateway* adalah WAVECOM gprs modem.
6. Pada ponsel penerima hanya diperuntukkan menerima data pengukuran tegangan dan arus saja dari mikrokontroler

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan merealisasikan *Solar cell* dan *monitoring* tegangan dan beban berbasis mikrokontroller dengan menggunakan *sms gateway*.
2. Merancang dan merealisasikan sistem kontrol *solar cell*.
3. Dapat mengirim hasil pengukuran melalui *sms* sebagai *monitoring* jarak jauh.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan setelah penelitian ini adalah:

1. Menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku kuliah.
2. Bahan studi perbandingan dan pertimbangan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut.
3. Memperkenalkan metode Rancang Bangun *Solar cell* Dan Monitoring Tegangan Dan Beban berbasis mikrokontroler dengan menggunakan SMS *Gateway*.
4. Skripsi ini dapat dijadikan Pertimbangan teknologi yang akan diterapkan di pembangkit listrik terbarukan.

1.6 Sistematika Pembahasan

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian dan analisa hasil penelitian.

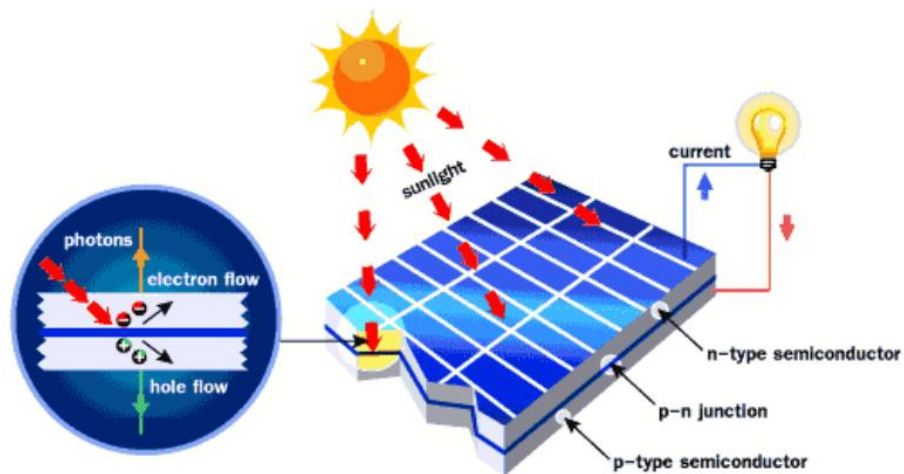
BAB 5 PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Solar cell (Photovoltaic).

Solar cell atau panel surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung.



Gambar 2.1. Skema SolarCell.

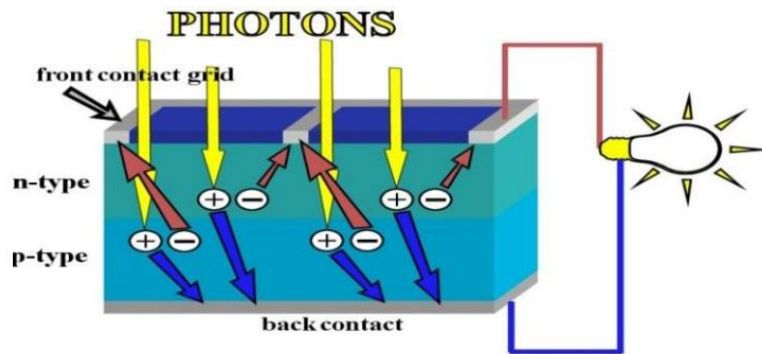
(Sumber : <http://trebuchet-magazine.com/wp-content/uploads/2013/02/solar-cells.jpg>)

Photovoltaic biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek fotovoltaiik. *Solar cell* mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu *global warming*. energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis. *Solar cell* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

2.1.1 Prinsip dasar teknologi *Solar cell* (Photovoltaic)

Solar cell merupakan suatu perangkat semi konduktor yang dapat menghasilkan listrik jika diberikan sejumlah energi cahaya. Proses penghasilan energi listrik terjadi jika pemutusan ikatan elektron pada atom-atom yang

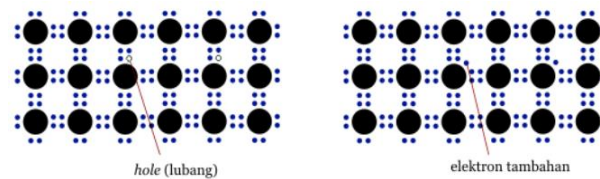
tersusun dalam Kristal semikonduktor ketika diberikan sejumlah energi. Salah satu bahan semikonduktor yang biasa digunakan sebagai sel surya adalah Kristal silikon



Gambar 2.2. Cara Kerja *SolarCell*.

(Sumber : <http://energisurya.files.wordpress.com/2007/solar-cell.jpg>.)

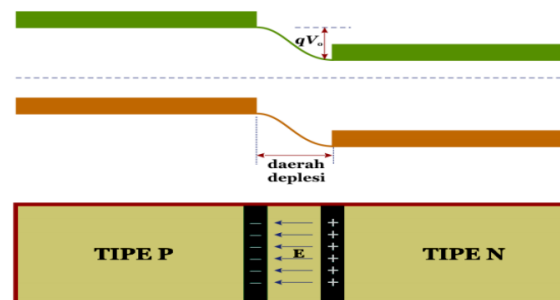
Ketika suatu Kristal silikon ditambahkan dengan unsur golongan kelima, misalnya arsen, maka atom-atom arsen itu akan menempati ruang diantara atom-atom silikon yang mengakibatkan munculnya elektron bebas pada material campuran tersebut. Elektron bebas tersebut berasal dari kelebihan elektron yang dimiliki oleh arsen terhadap lingkungan sekitarnya, dalam hal ini adalah silikon. Semikonduktor jenis ini kemudian diberi nama semikonduktor tipe-n. Hal yang sebaliknya terjadi jika Kristal silikon ditambahkan oleh unsur golongan ketiga, misalnya boron, maka kurangnya elektron valensi boron dibandingkan dengan silikon mengakibatkan munculnya *hole* yang bermuatan positif pada semikonduktor tersebut. Semikonduktor ini dinamakan semikonduktor tipe-p. Adanya tambahan pembawa muatan tersebut mengakibatkan semikonduktor ini akan lebih banyak menghasilkan pembawa muatan ketika diberikan sejumlah energi tertentu, baik pada semikonduktor tipe-n maupun tipe-p.



Gambar 2.3. Semikonduktor Tipe-P (Kiri) dan Tipe-N (Kanan).

(Sumber : Ady Iswanto, Staf Divisi Riset 102FM ITB, 2008)

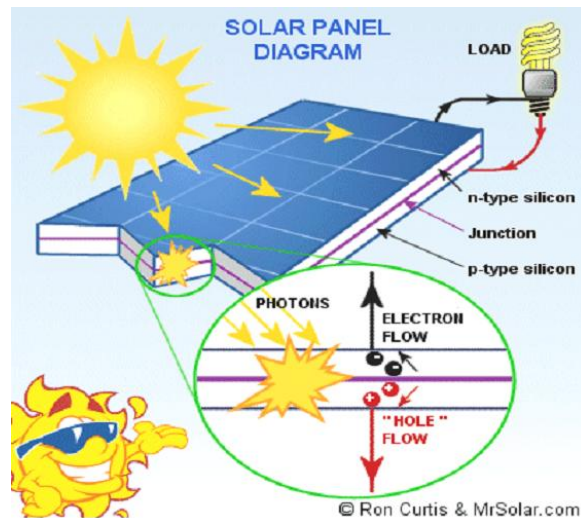
Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n disambungkan maka akan terjadi difusi hole dari tipe-p menuju tipe-n dan difusi electron dari tipe-n menuju tipe-p. Difusi tersebut akan meninggalkan daerah yang lebih positif pada batas tipe-n dan daerah lebih negative pada batas tipe-p. Adanya perbedaan muatan pada sambungan p-n disebut dengan daerah deplesi akan mengakibatkan munculnya medan listrik yang mampu menghentikan laju difusi selanjutnya. Medan listrik tersebut mengakibatkan munculnya arus drift. Arus drift yaitu arus yang dihasilkan karena kemunculan medan listrik. Namun arus ini terimbangi oleh arus difusi sehingga secara keseluruhan tidak ada arus listrik yang mengalir pada semikonduktor sambungan p-n tersebut.



Gambar 2.4. Diagram Energi Sambungan P-N Munculnya Daerah Deplesi.

(Sumber : Ady Iswanto, Staf Divisi Riset 102FM ITB, 2008)

Sebagaimana yang kita ketahui bersama, elektron adalah partikel bermuatan yang mampu dipengaruhi oleh medan listrik. kehadiran medan listrik pada elektron dapat mengakibatkan elektron bergerak. Hal inilah yang dilakukan pada *Solar cell* sambungan p-n, yaitu dengan menghasilkan medan listrik pada sambungan p-n agar elektron dapat mengalir akibat kehadiran medan listrik tersebut.



Gambar 2.5. Struktur *Solar cell* Silikon p-n Junction.

(Sumber : <http://solarcell.com.jpg>)

Ketika *junction* disinari, photon yang mempunyai energi sama atau lebih besar dari lebar pita energi elektron tersebut akan menyebabkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi dan akan meninggalkan *hole* pada pita valensi. Elektron dan *hole* ini dapat bergerak dalam material sehingga menghasilkan pasangan elektron-hole. Apabila ditempatkan hambatan pada terminal sel surya, maka elektron dari area-n akan kembali ke area-p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir.

2.2 Solar Charge Controller

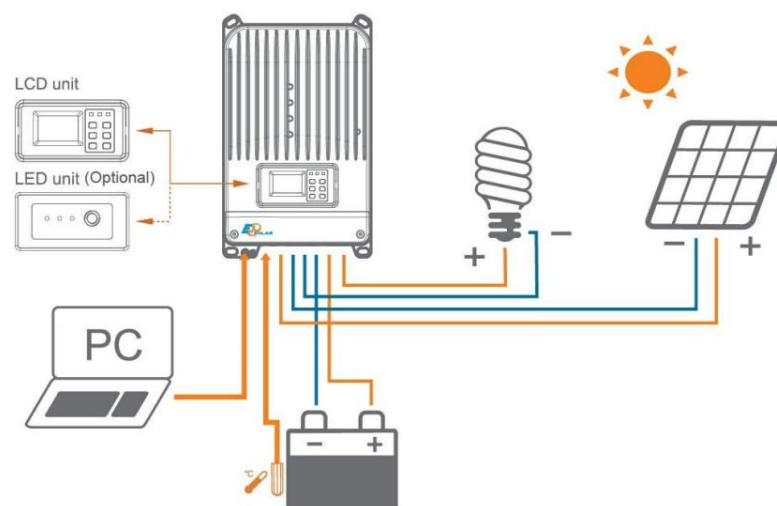
Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya / SolarCell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / SolarCell 12 Volt umumnya memiliki tegangan *output* 16 - 21 Volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *over-charging* dan ketidakstabilan tegangan Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

Beberapa fungsi detail dari *solar charge controller* adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*.
2. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak *'full discharge'*, dan *overloading*.
3. Monitoring temperatur baterai

Seperti yang telah disebutkan di atas *solar charge controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari *panel surya / SolarCell* berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan *bateray*. *Solar charge controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari : 1 *input* (2 terminal) yang terhubung dengan *output* panel surya / *SolarCell*, 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan beban (*load*). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya / solar cell ke baterai.



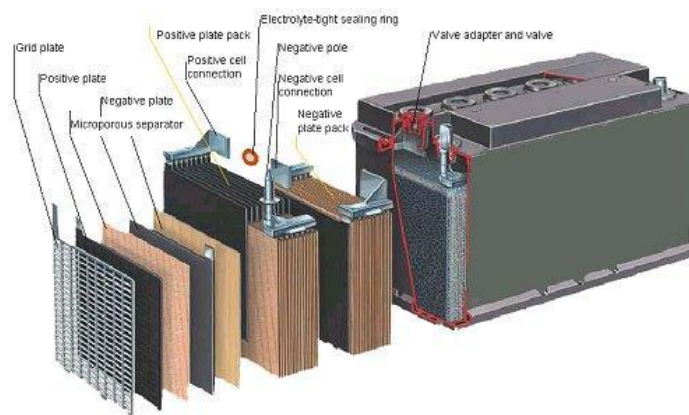
Gambar 2.6. Struktur *Solar Charge Controller*.
(www.epsolarpv.com/ Solar Charge Controller.)

Teknologi *Solar Charge Controller*, ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh *solar charge controller*:

- a. PWM (*Pulse Wide Modulation*), seperti namanya menggunakan 'lebar' *pulse* dari *on* dan *off* elektrik, sehingga menciptakan seakan-akan *sine wave electrical form*.
- b. MPPT (*Maximum Power Point Tracker*), yang lebih efisien konversi DC to DC (*Direct Current*). MPPT dapat mengambil maksimum daya dari PV. MPPT *charge controller* dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban ke dalam baterai, dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PV, maka daya dapat diambil dari baterai.

2.3 Battery

Battery adalah alat penyimpan tenaga listrik arus searah (DC). Ada beberapa jenis baterai / aki di pasaran yaitu jenis aki basah/ konvensional, hybrid dan MF (*Maintenance Free*). Aki basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Dalam hal mempertimbangkan posisi peletakkannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah.



Gambar 2.7. *Battery*.

([www.epsolarpv.com/ Battery](http://www.epsolarpv.com/Battery))

Aki konvensional juga kandungan timbalnya (Pb) masih tinggi sekitar 2,5% untuk masing-masing sel positif dan negatif. Sedangkan jenis hybrid kandungan timbalnya sudah dikurangi menjadi masing-masing 1,7%, hanya saja sel negatifnya sudah ditambahkan unsur Calcium. Sedangkan aki MF / aki kering sel positifnya masih menggunakan timbal 1,7% tetapi sel negatifnya sudah tidak menggunakan timbal melainkan Calcium sebesar 1,7%. Pada Calcium battery Asam Sulfatnya (H_2SO_4) masih berbentuk cairan, hanya saja hampir tidak memerlukan perawatan karena tingkat penguapannya kecil sekali dan dikondensasi kembali. Teknologi sekarang bahkan sudah memakai bahan silver untuk campuran sel negatifnya. Ada beberapa pertimbangan dalam memilih aki :

- Tata letak, apakah posisi tegak, miring atau terbalik. Bila pertimbangannya untuk segala posisi maka aki kering adalah pilihan utama karena cairan air aki tidak akan tumpah. Kendaraan *off road* biasanya menggunakan aki kering mengingat medannya yang berat. Aki ikut terguncang-guncang dan terbanting. Aki kering tahan guncangan sedangkan aki basah bahan elektrodanya mudah rapuh terkena guncangan.
- Voltase / tegangan, di pasaran yang mudah ditemui adalah yang bertegangan 6V, 12V dan 24V. Ada juga yang multipole yang mempunyai beberapa titik tegangan. Yang *custom* juga ada, biasanya dipakai untuk keperluan industri.
- Kapasitas aki yang tertulis dalam satuan Ah (*Ampere hour*), yang menyatakan kekuatan aki, seberapa lama aki tersebut dapat bertahan mensuplai arus untuk beban / *load*.
- *Cranking* Ampere yang menyatakan seberapa besar arus *start* yang dapat disuplai untuk pertama kali pada saat beban dihidupkan. Aki kering biasanya mempunyai *cranking* ampere yang lebih kecil dibandingkan aki basah, akan tetapi suplai tegangan dan arusnya relatif stabil dan konsisten. Itu sebabnya perangkat audio mobil banyak menggunakan aki kering.
- Pemakaian dari aki itu sendiri apakah untuk kebutuhan rutin yang sering dipakai ataukah cuma sebagai back-up saja. Aki basah, tegangan dan kapasitasnya akan menurun bila disimpan lama tanpa recharge, sedangkan

aki kering relatif stabil bila di simpan untuk jangka waktu lama tanpa recharge.

- Harga karena aki kering mempunyai banyak keunggulan maka harganya pun jauh lebih mahal daripada aki basah. Untuk menjembatani rentang harga yang jauh maka produsen aki juga memproduksi jenis aki kalsium (calcium *battery*) yang harganya diantara keduanya.

Secara garis besar, *battery* dibedakan berdasarkan aplikasi dan konstruksinya. Berdasarkan aplikasi maka *battery* dibedakan untuk automotif, marine dan deep cycle. Deep cycle itu meliputi *battery* yang biasa digunakan untuk PV (Photo Voltaic) dan back up power. Sedangkan secara konstruksi maka *battery* dibedakan menjadi type basah, gel dan AGM (Absorbed Glass Mat). *Battery* jenis AGM biasanya juga dikenal dgn VRLA (Valve Regulated Lead Acid).

Battery kering *Deep Cycle* juga dirancang untuk menghasilkan tegangan yang stabil dan konsisten. Penurunan kemampuannya tidak lebih dari 1-2% per bulan tanpa perlu discharge. Bandingkan dengan battery konvensional yang bisa mencapai 2% per minggu untuk self discharge. Konsekuensinya untuk charging pengisian arus ke dalam battery *Deep Cycle* harus lebih kecil dibandingkan battery konvensional sehingga butuh waktu yang lebih lama untuk mengisi muatannya. Antara type gel dan AGM hampir mirip hanya saja battery AGM mempunyai semua kelebihan yang dimiliki type gel tanpa memiliki kekurangannya. Kekurangan type Gel adalah pada waktu discharge maka tegangannya harus 20% lebih rendah dari battery type AGM ataupun basah. Bila overcharged maka akan timbul rongga di dalam gelnya yg sulit diperbaiki sehingga berkurang kapasitas muatannya.

Karena tidak ada cairan yang dapat membeku maupun mengembang, membuat battery *Deep Cycle* tahan terhadap cuaca ekstrim yang membekukan. Itulah sebabnya mengapa pada cuaca dingin yang ekstrim, kendaraan yang menggunakan *Battery* konvensional tidak dapat distart alias mogok.

Ada 2 rating untuk battery yaitu CCA dan RC.

1. CCA (*Cold Cranking Ampere*) menunjukkan seberapa besar arus yang dapat dikeluarkan serentak selama 30 detik pada titik beku air yaitu 0 derajat Celcius.
2. RC (*Reserve Capacity*) menunjukkan berapa lama (dalam menit) battery tersebut dapat menyalurkan arus sebesar 25A sambil tetap menjaga tegangannya di atas 10,5 Volt.

Battery Deep Cycle mempunyai 2-3 kali lipat nilai RC dibandingkan *battery* konvensional. Umur battery AGM rata-rata antara 5-8 tahun.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler.

Mikrokontroler adalah sebuah *system microprocessor* dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, *Clock* dan peralatan *internal* lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi (teralamat) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai. Sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya menurut Winoto (2008:3).

Teknologi yang digunakan pada mikrokontroler AVR berbeda dengan mikrokontroler seri MCS-51. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), sedangkan seri MCS-51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan keluarga AT89RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, kelengkapan peripheral dan fungsi-fungsi tambahan yang dimiliki. Pada

penyusunan skripsi ini memakai tipe ATmega16. Berikut ini penjelasan lebih lengkap mengenai Mikrokontroler ATmega16.

2.4.1 Mikrokontroler Atmega16

Mikrokontroler AVR ATmega 16 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mikrokontroler AVR Atmega16 telah dilengkapi dengan ADC internal, EEPROM internal, *Timer/Counter*, PWM, analog comparator, dll (M.Ary Heryanto, 2008). Sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini memungkinkan kita belajar mikrokontroler keluarga AVR dengan lebih mudah dan efisien, serta dapat mengembangkan kreativitas penggunaan mikrokontroler Atmega16.

Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler Atmega16 adalah sebagai berikut:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C, dan port D.
2. ADC internal sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. SRAM sebesar 512 byte.
6. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
7. Port antarmuka SPI
8. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
9. Antarmuka komparator analog.
10. Port USART untuk komunikasi serial.
11. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.

2.4.2 Konstruksi Atmega16

Mikrokontroler Atmega16 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

a. Memori program

Atmega16 memiliki kapasitas memori program sebesar 16 Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h – 0FFFh dimana masing-masing alamat

lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program boot dan bagian program aplikasi.

b. Memori data

Atmega16 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. Atmega16 memiliki 32 byte register serba guna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 512 byte digunakan untuk memori data SRAM.

c. Memori EEPROM

Atmega16 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM Address, register EEPROM Data, dan register EEPROM Control. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

Atmega16 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC *internal* dengan fidelitas 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC Atmega16 dapat dikonfigurasi, baik secara *singleended input* maupun *differentia input*. Selain itu, ADC Atmega16 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel, sehingga dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan ADC itu sendiri.

Atmega16 memiliki 3 modul timer yang terdiri dari 2 buah *timer/counter* 8 bit dan 1 buah *timer/counter* 16 bit. Ketiga modul *timer/counter* ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu, semua *timer/counter* juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing *timer/counter* ini memiliki register tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya.

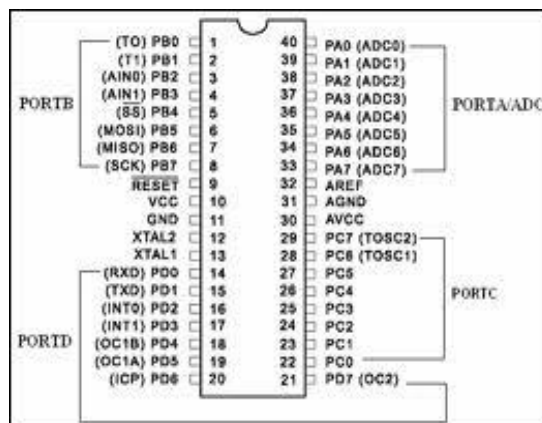
Serial Peripheral Interface (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi serial *synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh Atmega16. Universal

Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter (USART) juga merupakan salah satu mode komunikasi serial yang dimiliki oleh Atmega16. *USART* merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur *UART*.

USART memungkinkan transmisi data baik secara *synchronous* maupun *asynchronous*, sehingga dengan memiliki *USART* pasti kompatibel dengan *UART*. Pada Atmega16, secara umum pengaturan mode *synchronous* maupun *asynchronous* adalah sama. Perbedaannya hanyalah terletak pada sumber *clock* saja. Jika pada mode *asynchronous* masing-masing peripheral memiliki sumber *clock* sendiri, maka pada mode *synchronous* hanya ada satu sumber *clock* yang digunakan secara bersama-sama. Dengan demikian, secara *hardware* untuk mode *asynchronous* hanya membutuhkan 2 pin yaitu *TXD* dan *RXD*, sedangkan untuk mode *synchronous* harus 3 pin yaitu *TXD*, *RXD* dan *XCK*.

2.4.3 Pin-pin pada Mikrokontroler Atmega16

Mikrokontroler AVR ATMega memiliki 40 pin dengan 32 pin diantaranya digunakan sebagai *port paralel*. Satu *port paralel* terdiri dari 8 pin, sehingga jumlah *port* pada mikrokontroler adalah 4 *port*, yaitu *port A*, *port B*, *port C* dan *port D*. Sebagai contoh adalah *port A* memiliki pin antara *port A.0* sampai dengan *port A.7*, demikian selanjutnya untuk *port B*, *port C*, *port D*. Diagram pin mikrokontroler dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.8 Konfigurasi pin Atmega16 (*Data Sheet AVR*)

Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing *pin* Atmega16 sebagai berikut:

1. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan *pin* *Ground* .
3. Port A (PortA0...PortA7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
4. Port B (PortB0...PortB7) merupakan *pin input/output* dua arah dan dan *pin* fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port B

Pin	Fungsi Khusus
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/ SlaveOutput)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/ SlaveInput)
PB4	SS (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/ Counter1 External CounterInput)
PB0	T1 (Timer/ Counter1 External CounterInput)

5. Port C (PortC0...PortC7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C

Pin	Fungsi Khusus
PC7	TOSC2 (<i>TimerOscillator Pin2</i>)
PC6	TOSC1 (<i>TimerOscillator Pin1</i>)
PC5	<i>Input/Output</i>
PC4	<i>Input/Output</i>
PC3	<i>Input/Output</i>
PC2	<i>Input/Output</i>
PC1	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/OutputLine</i>)
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus ClockLine</i>)

6. Port D (PortD0...PortD7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D

Pin	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (<i>Timer/CounterOutputCompareMatchOutput</i>)
PD6	ICP (<i>Timer/Counter1 InputCapture Pin</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/Counter1 OutputCompare A MatchOutput</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/Counter1 OutputCompare B MatchOutput</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (USART <i>Output Pin</i>)

PDO	RXD (USART <i>Input Pin</i>)
-----	-------------------------------

1. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me- resetmikrokontroler.
2. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.
3. AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC.
4. AREFF merupakan *pin* masukan tegangan referensi ADC.

2.5 Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut Transduser. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

2.5.1 Sensor Arus

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu bentuk besaran fisik menjadi suatu bentuk besaran listrik sehingga dapat dianalisa menggunakan rangkainya listrik tertentu. Dalam suatu rangkaian elektronik terdapat tegangan, arus dan hambatan yang saling berhubungan. Ampere meter adalah alat untuk mengukur arus yang mengalir pada suatu rangkaian elektronik. Arus listrik yang mengalir pada suatu konduktor menimbulkan medan magnet. Oleh sebab itu arus listrik dapat diukur dengan besarnya medan magnet. Medan magnet dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- Besar arus listrik
- Jarak medan magnet terhadap suatu titik pengukuran
- Arah medan magnet yang terbentuk

Medan magnet adalah suatu medan yang dibentuk dengan menggerakkan muatan listrik (arus listrik) yang menyebabkan munculnya gaya di muatan listrik yang bergerak lainnya. Putaran mekanika kuantum dari satu partikel membentuk medan magnet dan putaran itu dipengaruhi oleh dirinya sendiri seperti arus listrik. Sebuah medan magnet adalah medan vektor, yaitu berhubungan dengan setiap

titik dalam ruang vektor yang dapat berubah menurut waktu. Arah dari medan ini adalah seimbang dengan arah jarum kompas yang diletakkan di dalam medan tersebut.

Secara konvensional kuat arus dapat diukur dengan menghubungkan alat secara seri pada rangkaian. Cara ini memiliki kelemahan karena mengganggu aliran arus yang akan diukur. Kemajuan teknologi digital meningkatkan kemampuan alat ukur. Ukuran yang semakin kecil sehingga mudah digunakan disamping harga yang semakin murah juga didukung oleh kemajuan teknologi digital. Kemajuan ini menyebabkan penelitian-penelitian dapat dilakukan dengan lebih baik dan cepat. Alat ukur dapat tersusun atas bagian digital dan analog. Ada tiga bagian utama dalam suatu alat ukur, yaitu sensor, pengolah data dan penampil data. Alat ukur dengan penampil digital memberikan banyak kemudahan seperti pembacaan yang lebih teliti dan mudah dibaca karena tidak ada paralaks. Pengolahan data juga lebih mudah dilakukan secara digital, walaupun ada beberapa bagian yang memang tidak bisa mengabaikan kemampuan suatu rangkaian analog. Ada beberapa alat untuk mengukur arus yang sering disebut sensor arus.

Sensor arus sebatang kawat teraliri arus listrik menuju beban dilewatkan diantara cincin *toroid* dan sejumlah kawat email digulung pada cincin *toroid* tersebut maka kumparan kawat pada cincin tersebut akan menginduksikan arus listrik dari sebatang kawat arus tersebut. Dengan mengolah sinyal induksi pada kawat kumparan toroid tersebut maka akan diperoleh nilai arus yang dilewatkan untuk mensuplay beban pada ujung kawat arus. Dengan metode ini arus yang dilewatkan akan terbaca pada fungsi besaran tegangan berbentuk gelombang sinusoidal.

Jenis penguat yang digunakan pada pengolah sinyal arus diatas merupakan penguat non inverting, pada bagian belakang diberikan sebuah dioda terpasang sebagai callper yang memotong sinyal dibawah sumbu nol dan kapasitor berfungsi sebagai pemurni tegangan DC. Sehingga pada rangkaian pengkondisi sinyal ini menghasilkan tegangan DC yang kompatibel terhadap kebutuhan tegangan ADC. Macam sensor arus antara lain:

1. Sensor *magnetic fluxgate*

Dengan menggunakan sensor magnetik, arus dapat diukur tanpa harus mengganggu aliran arus, karena yang diukur hanya kuat medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang akan diukur. Dalam tulisan ini akan ditunjukkan penggunaan sensor *magnetik fluxgate* untuk mengukur kuat arus. Dari hasil penelitian terlihat bahwa sensor *magnetik fluxgate* yang digunakan dapat mengukur kuat arus dalam daerah pengukuran yang cukup lebar dan dengan ketelitian $\leq 2\%$. Ada cukup banyak metode yang dapat digunakan untuk mengukur kuat arus listrik, beberapa diantaranya adalah metode *shunt* resistif, transformator arus, dan sensor magnetik. Metode *shunt* resistif bekerja berdasarkan hukum Ohm yang menghasilkan suatu tegangan yang sebanding dengan arus yang melalui resistor shunt, yaitu resistor yang dihubungkan secara seri dengan beban yang hendak diukur arusnya. Cara ini menawarkan ketelitian yang bagus dan offset yang rendah, tetapi tanpa isolasi elektris. Selain itu *drift* termalnya tinggi. Hal ini memungkinkan terjadinya transient spikes yang dapat merusak sensor dan berpotensi menyebabkan peralatan elektronik mengalami kelebihan beban.

Transformator arus terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada suatu inti magnetik. Arus yang hendak dideteksi dialirkan ke kumparan primer. Arus ini menghasilkan suatu medan magnet yang mengimbas ke kumparan sekunder. Inti magnetik pada transformator berfungsi untuk membuat agar *fluks* magnetik yang dihasilkan kumparan primer sebanyak mungkin menembus kumparan sekunder. Perubahan *fluks* yang dihasilkan arus primer menyebabkan timbulnya tegangan listrik induksi pada kumparan sekunder. Arus yang dibangkitkan pada kumparan sekunder sebanding dengan arus primer, dan nisbah kedua arus ini ditentukan oleh nisbah jumlah lilitan masing-masing kumparan. Transformator arus memang menawarkan isolasi elektris, tetapi alat ini hanya bekerja untuk aplikasi arus bolak-balik (AC). Selain itu, transformator umumnya berukuran relatif besar sehingga memerlukan tempat yang besar pula. Sensor magnetik dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan pada kedua metode pengukuran arus di atas. Sensor *magnetik fluxgate* menawarkan solusi

berupa sensitivitas yang tinggi, ukuran yang kecil, dan *reliable*. Selain itu piranti ini dapat digunakan untuk penginderaan arus tanpa kontak. Jadi dengan menggunakan sensor ini pengukuran dapat dilakukan tanpa harus merusak rangkaian elektrisnya. Metode ini memungkinkan untuk pengisolasian sistem listrik serta memproteksi sensor dan rangkaian elektronik pendukungnya. Sensor *magnetik fluxgate* bekerja berdasarkan prinsip diferensial. Dengan cara ini maka gangguan/*noise* yang berasal dari lingkungan seperti temperatur atau pengaruh lingkungan lainnya akan saling menghilangkan dan sensor dapat mengukur medan magnet yang sangat lemah. Untuk mengatasi gangguan sinyal frekuensi tinggi, pada sensor dipasang filter lolos rendah orde dua.

2. Sensor efek hall atau *hall effect* sensor

Untuk mengukur daya listrik lampu pijar, yang paling penting adalah pengukuran arusnya. Salah satu sensor arus yang dapat digunakan adalah sensor efek hall. Untuk mengukur arus bisa digunakan trafo arus atau sensor efek hall. Sensor efek hall dapat digunakan untuk menyensor arus karena sensor efek hall merespon medan magnet, sedangkan medan magnet yang ditimbulkan arus selalu sebanding dengan besar arusnya. Ini membuat sensor efek hall baik digunakan sebagai sensor arus.

Sensor arus AC-nya adalah sensor efek hall yang dapat mengukur medan magnet disekitar kawat berarus. Agar medan magnetnya cukup kuat dan bisa terukur sensor efek hall, maka dibuat lilitan dengan inti ferit yang medan magnetnya dibuat menembus sensor. Arus yang dilewatkan ke lilitan adalah arus yang telah disearahkan terlebih dahulu. Jumlah lilitan dan inti ferit sangat mempengaruhi besar penguatan medannya.

Isyarat dari sensor efek hall menunjukkan medan nol pada tegangan 2,5 V. Tegangannya akan berubah jika terjadi perubahan medan magnet. Isyarat ini diperkuat, dan kemudian difilter sehingga outputnya berupa tegangan DC yang berbanding lurus terhadap perubahan arusnya.

Sensor arus dengan prinsip efek hall dapat mengukur arus dengan sangat tepat. Di samping itu sensor medan magnet ini dapat dimanfaatkan dalam banyak

keperluan, karena medan magnet dapat direspon dalam range frekuensi yang cukup besar. Semuanya tergantung dari kualitas penguatan sinyalnya.

Hall effect sensor yang diaplikasikan untuk mengukur arus listrik. Ampere meter saat ini penggunaannya dipasang secara seri dengan memutuskan kabel yang ada pada rangkaian atau menggunakan tang Ampere. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengukur arus listrik menggunakan *hall effect* sensor dengan metode mendeteksi besarnya medan magnet pada suatu kabel yang dialiri arus listrik. Jadi untuk mengukur arus, *hall effect* sensor hanya didekatkan pada kabel yang akan diukur.

Dalam pembuatan ampere meter ini menggunakan sebuah mikrokontroler tipe AVR ATmega 8. AVR ATmega 8 memiliki fitur tambahan seperti ADC internal dan internal *clock oscillator*. Pada alat ukur arus ini AVR berfungsi sebagai pengatur dari komponen seperti LCD (*Liquid Crystal Display*) dan sebagai pengolah data. *Output* dari sensor diolah terlebih dahulu oleh rangkaian *amplifier* baru kemudian data analog yang ada diubah oleh AVR menjadi data digital dan ditampilkan hasilnya melalui LCD.

3. Digital clamp ampere meter

Ampere meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Umumnya alat ini dipakai oleh teknisi elektronik dalam alat multi tester listrik yang disebut avometer gabungan dari fungsi amperemeter, voltmeter dan ohmmeter. Amper meter dapat dibuat atas susunan mikroamperemeter dan shunt yang berfungsi untuk deteksi arus pada rangkaian baik arus yang kecil, sedangkan untuk arus yang besar ditambahkan dengan hambatan *shunt*. Amperemeter bekerja sesuai dengan gaya lorentz gaya magnetis. Arus yang mengalir pada kumparan yang selimuti medan magnet akan menimbulkan gaya *lorentz* yang dapat menggerakkan jarum amperemeter. Semakin besar arus yang mengalir maka semakin besar pula simpangannya.

Pengukuran arus menggunakan metode lama kini sudah mulai digantikan dengan sistem clamp. Sistem clamp menggunakan prinsip hukum Faraday yang mengatakan bahwa perubahan *fluks* magnet dalam sebuah kumparan akan

menimbulkan arus yang akan mengalir pada kumparan itu. Pada tahap awal dipergunakan kumparan yang dibuat sendiri, tetapi karena hasilnya kurang memuaskan, dipergunakan kumparan dari *clamp* bekas. Sistem dibatasi untuk mengukur arus AC dengan range 1mA sampai dengan 1,999A. Ampere meter ini harus mudah dibawa, sehingga sumber tegangannya dari baterai. Hasil pengukuran ditampilkan ke $3\frac{1}{2}$ 7-segment yang merupakan keluaran dari ICL7107.

Secara umum, Faraday mengatakan bahwa perubahan *fluks* magnet dalam sebuah kumparan akan menimbulkan arus yang mengalir pada kumparan. Apabila jumlah lilitan semakin besar, maka semakin besar pula tegangan yang dapat diukur di kedua ujung kumparan itu. Tegangan yang terukur di kumparan itu biasanya dalam orde mili volt. Arus AC yang mengalir pada sebuah kabel akan memberikan perubahan *fluks*, sehingga besarnya arus tersebut dapat diukur dengan menggunakan sistem clamp.

ICL ACS712 merupakan suatu modul sensor arus yang menggunakan IC sensor arus linier berbasis *Hall-Effect*. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC.

2.5.2 Sensor Tegangan (volt meter)

Volt adalah satuan tekanan listrik. Istilah Volt adalah menyatakan besarnya energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan listrik sebesar 1Joule/Coulomb. Alat untuk mengukur besarnya tekanan listrik ialah Voltmeter. Alat ini digunakan untuk mengukur e.m.f (kekuatan elektromotif) yang dihasilkan oleh sumber listrik atau perbedaan potensial antara dua titik dalam sebuah sirkuit. Tegangan selalu berada antara dua titik yang diukur antara perbedaan tegangan antara sebuah titik dengan titik lainnya. Oleh karena itu, voltmeter dihubungkan memotong aliran tegangan yang hendak diukur.

Voltmeter merupakan alat ukur yang umum digunakan untuk mengukur tegangan. Voltmeter dibagi menjadi 2, yaitu voltmeter AC dan voltmeter DC. Pada dasarnya, voltmeter AC dan voltmeter DC sama prinsipnya yaitu mengukur beda tegangan. Saat ini, alat ukur dibedakan menjadi 2 juga, yaitu alat ukur digital

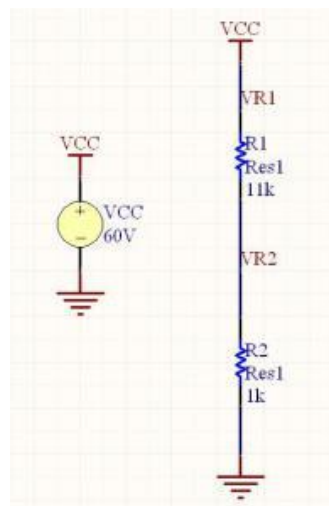
dan alat ukur analog. Masing-masing memiliki keunggulan yang tidak dimiliki lainnya. Sehingga, walaupun alat ukur analog sudah lebih dahulu dikenal, tapi saat ini masih dipakai sebagai alat ukur. Untuk mengukur tegangan DC, kita bisa langsung membaca dengan ADC internal dari AVR. Namun perlu diketahui, bahwa tegangan maksimal input ke ADC adalah sebesar V_{cc} AVR. Sehingga jika ingin mengukur tegangan yang nilainya melebihi +5V, maka diperlukan sebuah pembagi tegangan. Pembagi tegangan ini berfungsi untuk menurunkan tegangan sampai batas kemampuan pembacaan ADC AVR.

- Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan yang sederhana dari dua buah resistor yang diseri. Sesuai dengan hukum Ohm, maka pada rangkaian seri, besar arus yang mengalir adalah sama, tegangan tergantung dari nilai hambatan yang dilaluinya. Secara matematik, dapat dituliskan:

$$V = I.R \dots \dots \dots (2.1)$$

Kemudian, jika ada dua buah resistor yang terpasang seperti gambar skema di bawah ini,



Gambar 2.9 Rangkaian Pembagi Tegangan

maka kita bisa menghitung nilai masing-masing tegangannya.

$$R1 = 11 \text{ k ohm}$$

$$R2 = 1 \text{ k ohm}$$

$$V = 60 \text{ Volt}$$

maka arusnya:

$$\begin{aligned} I &= V/R_1+R_2 \dots\dots\dots(2.2) \\ &= 60/12k \\ &= 5 \text{ mA.} \end{aligned}$$

sesuai dengan hukum ohm di atas, maka arus yang mengalir pada tiap hambatan sama besarnya, sehingga tegangan masing-masing hambatan dapat dihitung:

$$\begin{aligned} VR_1 &= I \cdot R_1 \dots\dots\dots(2.3) \\ &= 5 \text{ mA} \cdot 11 \text{ k Ohm} \\ &= 55 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VR_2 &= I \cdot R_2 \dots\dots\dots(2.4) \\ &= 5 \text{ mA} \cdot 1 \text{ k Ohm} \\ &= 5 \text{ Volt.} \end{aligned}$$

2.6 SMS gateway

SMS gateway merupakan sebuah sistem aplikasi yang digunakan untuk mengirim dan atau menerima SMS, dan biasanya digunakan pada aplikasi bisnis, baik untuk kepentingan broadcast promosi, servis informasi terhadap pengguna, penyebaran content produk/jasa dan lain lain. Karena tadi saya bilang merupakan sebuah aplikasi, maka fitur yang ada dalam SMS gateway bisa kita modifikasi sesuai dengan kebutuhan. Nah, berikut adalah beberapa fitur yang umum dikembangkan dalam aplikasi SMS Gateway :

- a. *Auto Reply*
- b. Pengiriman massal / *broadcast message*
- c. Pengiriman terjadwal

Untuk membuat sebuah SMS gateway, perlu mengenal hal-hal berhubungan dengan SMS gateway itu sendiri. Selain satu hal yang memegang peranan penting dalam pengiriman SMS adalah SMSC (*Short Message Service Center*). yang merupakan jaringan telepon selular yang menangani pengiriman SMS. Jadi, pada saat seseorang mengirimkan sebuah pesan SMS melalui

ponselnya, SMSC-lah yang bertugas mengirimkan pesan tersebut ke nomer tujuan. Jika nomer tujuan tidak aktif, maka SMSC akan menyimpan pesan tersebut dalam jangka waktu tertentu, Jika SMS tetap tidak dapat terkirim sampai jangka waktu tersebut berakhir, maka SMS tersebut akan dihapus dari penyimpanan SMSC.

Sebuah aplikasi SMS *gateway* dapat menggunakan jalur SMSC untuk pengoperasiannya. Keuntungannya adalah penggunaan nomer pendek/short code yang mungkin dapat terdiri dari 3 sampai 4 digit saja misal 888, 9044, dan seterusnya. Contohnya seperti anda mengikuti pooling SMS Indonesian Idol, nomer pendek / *short code* ini disediakan oleh operator jaringan SMSC. Jalur SMSC juga dapat mengirim SMS dalam jumlah banyak dalam waktu yang relatif singkat. Hanya saja, untuk membuat SMS *gateway* dengan menggunakan jalur SMSC, kita harus memiliki jalur koneksi ke operator seluler, dan ini bukan hal yang mudah untuk pelaku bisnis dalam skala kecil ataupun individu.

Umumnya layanan ini digunakan jika aplikasi kita dapat menghasilkan traffic SMS yang tinggi. Terdapat alternatif infrastruktur yang lebih sederhana dan mudah didapatkan, yaitu membuat SMS *gateway* yang menggunakan ponsel ataupun modem GSM/CDMA sebagai media pengiriman/penerima SMS di mana ponsel atau modem GSM/CDMA tersebut terpasang pada sebuah komputer. Tentu saja SMS tersebut sebenarnya tetap terkirim melalui SMSC, hanya saja melalui rute yang lebih panjang karena tidak memiliki koneksi langsung terhadap si SMSC. Karena itu, kapasitas dan kecepatan pengirimannya tidak sebaik performa jika langsung menggunakan jalur SMSC. Karena relatif lebih mudah untuk diimplementasikan, SMS *gateway* dengan menggunakan ponsel/GSM/CDMA modem cukup berkembang dan banyak digunakan. Lalu apa perbedaannya jika menggunakan ponsel, modem GSM, atau modem CDMA.

Sangat tergantung pada kebutuhan anda sendiri, modem GSM/CDMA memang di desain bekerja untuk keperluan SMS *gateway*, memiliki peforma yang baik dan stabil dibandingkan dengan ponsel biasa. Tetapi, penggunaan ponsel untuk keperluan SMS *gateway* juga dapat dipertimbangkan jika sistem SMS

gateway yang digunakan tidak terlalu berat dan masih dapat ditangani melalui ponsel. Sedangkan modem GSM/CDMA, sesuai dengan namanya dibedakan oleh jaringannya, apakah menggunakan GSM atau CDMA. Untuk saat ini modem GSM lebih banyak digunakan karena jaringan GSM sendiri lebih stabil. Modem CDMA tetap merupakan alternatif menarik yang mungkin berguna untuk kondisi tertentu. Misalnya jika anda memiliki perhitungan biaya pulsa yang lebih murah, atau kalangan penerima SMS dari sistem SMS *gateway* anda mayoritas menggunakan ponsel CDMA.

Cara kerja modem GSM/CDMA mirip dengan modem dial up yang biasa anda gunakan untuk koneksi internet memalui *line* telepon. Perbedaannya adalah modem *dial-up* mengirim dan menerima data melalui *line* telepon, sedangkan modem GSM/CDMA mengirim dan menerima data melalui gelombang radio.

2.6.1 Aplikasi SMS Gateway

Databip SMS Gateway merupakan aplikasi SMS yang bersifat dua arah (*two-way SMS*) yang dapat membantu perusahaan Anda dalam menjalin interaksi dengan pelanggan melalui SMS, dengan contoh-contoh penggunaan sebagai berikut:

1. Informasi Tagihan

Konsumen dapat mengetahui informasi tagihan seperti tanggal jatuh tempo, jumlah tagihan, cara pembayaran, dan *Contact Center* yang bisa dihubungi untuk informasi lebih lanjutnya. Cocok digunakan untuk jenis usaha yang menerima pembayaran tagihan secara teratur, seperti *Leasing*, *Finance*, *Building Management*, dll.

2. *Check Point SMS*

Member dapat melakukan *cek point* melalui SMS dan sistem akan memberitahukan point member secara *real-time*, hadiah yang didapat, atau dapat juga mengingatkan sisa poin untuk mencapai hadiah atau level tertentu. Sistem SMS *Gateway* seperti ini cocok digunakan untuk perusahaan MLM.

3. Pengiriman Laporan

Karyawan atau kantor cabang dapat mengirimkan laporan penjualan/tagihan harian melalui SMS dengan format tertentu ke SMS Center perusahaan, dan selanjutnya data ini hanya dapat diakses oleh management perusahaan. Report yang dihasilkan dalam bentuk Ms. Excel. Cocok untuk industri retail yang umumnya memiliki banyak cabang/ outlet, ataupun perusahaan multinasional.

4. Real Time Information

Perusahaan dapat memberikan kemudahan bagi karyawan maupun konsumennya dalam mengakses informasi yang dibutuhkan secara cepat, relevan, dan *real time*. Misalnya adalah cek posisi saham untuk perusahaan securities, cek tanggal jatuh tempo untuk perusahaan finance, cek jadwal kapal atau *tracking cargo* untuk perusahaan *shipping*, dan sebagainya.

5. Internal Alerts

SMS Gateway juga dapat digunakan untuk kebutuhan internal perusahaan, seperti memberikan alert kepada karyawan mengenai jadwal *meeting*, *event*, *appointment*, dan sebagainya.

6. SMS Quiz

Dengan membuat SMS Quiz, maka akan terjalin hubungan yang lebih interaktif antara perusahaan Anda dengan pelanggan Anda. *User* yang hendak berpartisipasi dapat mengirimkan SMS registrasi dengan kode-kode tertentu, misalnya *REG#data diri*, sehingga perusahaan Anda dapat mengumpulkan database dan data-data pelanggan yang lebih lengkap.

2.6.2 Strukturisasi Pengaplikasian SMS Gateway

Sebelum memulai lebih lanjut ada beberapa istilah yang perlu diketahui didalam SMS dan Koneksinya dengan Gateway perusahaan telekomunikasi (Telco) seperti kalau di Indonesia adalah Telkomsel, Indosat, dll.

SMS Gateway adalah suatu platform yang menyediakan mekanisme untuk EUA menghantar dan menerima SMS dari peralatan mobile (HP, PDA phone, dll) melalui SMS Gateway's *shortcode* (sbg contoh 9221). Di bawah ini disertakan

sedikit ilustrasi mengenai penjelasan di atas. SMS Gateway membolehkan UEA untuk berkomunikasi dengan Telco SMSC (telkomsel, indosat, dll) atau SMS platform untuk menghantar dan menerima pesan SMS dengan sangat mudah, Karena SMS *Gateway* akan melakukan semua proses dan koneksi dengan Telco.

SMS *Gateway* juga menyediakan UEA dengan *interface* yang mudah dan standar. UEA dapat berupa berbagai aplikasi yang memerlukan penggunaan SMS. Seperti berbagai aplikasi web yang telah banyak menggunakan SMS (*free sms*, pendaftaran, konfirmasi melalui SMS, aplikasi perkantoran, dsb), CMS, acara pengundian di televisi, dll.

UEA melakukan komunikasi dengan SMS *Gateway* melalui Internet menggunakan standard HTTP GET atau HTTPS (untuk komunikasi yang aman). Telco SMSC akan menghantar pesan (SMS) tersebut kepada perusahaan SMS *Gateway* (sesuai dengan nomor yang telah disewa) dengan menggunakan protokol yang khusus. Dan berdasarkan keyword yang telah dituliskan pada SMS, maka sistem SMS *Gateway* akan menghantar SMS tersebut ke URL yang telah ditentukan. UEA dapat menghantar SMS *reply* kepada pelanggan melalui SMS *Gateway* tersebut. Dan UEA dapat menentukan besar biaya (*charging*) yang akan dikenakan kepada pelanggan. Biasanya telah ditentukan regulasi biayanya (*microcharging mechanism*), contoh Rp 0 (gratis); Rp 500,- ; Rp 1000,- ; Rp2000,- dst. Suatu perusahaan SMS Gateway biasanya support untuk pesan yang berupa teks, *unicode character*, dan juga *smart messaging* (*ringtone*, *picture message*, logo operator,dll). Kalau dilihat secara teknikal maka akan nampak seperti diagram di bawah ini.

Tabel 2.4 Teknikal Pengaplikasian SMS *Gateway*

Istilah	Penjelasan
API	<i>Application Programming Interface</i>
CP	<i>Content Provider</i>
DN	<i>Delivery Notice</i>
MO	<i>Mobile Originated</i>
MT	<i>Mobile Terminated</i>
SMSC	<i>Short Message Service Center</i>
EUA	<i>External User Application</i>
<i>Shortcode</i>	No untuk menghantar/menerima SMS ke/dari SMS <i>Gateway</i> , cth 3221
<i>Keyword</i>	Perkataan wajib yang ditulis pada SMS, cth: KLIKBCA, AFI

Penjelasan:

1. SMSC menghantar MO SMS (yang dikirim oleh pelanggan kepada suatu *shortcode*) ke *SMS Gateway*.
2. Berdasarkan *keyword* yang telah didaftarkan. *SMS Gateway* menghantar pesan tersebut ke url yang telah ditentukan melalui mekanisme HTTP GET.
3. *User* menghantar MT SMS ke url *outgoing* melalui HTTP GET dan memisahkan Nama *Gateway* dan ID *Gateway* daripada HTTP Header.
4. SMSC menerima MT SMS daripada *Gateway*.
5. SMSC mengirim DN dari MT SMS ke *SMS Gateway*, yang dimana DN ini bergantung kepada kondisi yang diset oleh telco.
6. *SMS Gateway* mengirim DN ke url yang telah ditentukan melalui HTTP GET.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mendesain dan merancang *Solar cell* Dan Monitoring Beban dengan Tegangan dan Arus berbasis mikrokontroler dengan menggunakan SMS *Gateway* Adapun tempat dan waktu penelitian - analisis dilakukan dilaksanakan :

Tempat : Laboratorium CV.Buana Elektrik

Alamat : Perum Bumi Este L-16, Muktisari jember

Waktu : September 2015 – Desember 2015

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan di antaranya.

3.2.1 Alat

- a. Obeng kembang dan pipih (sedang)
- b. Solder
- c. Pinset
- d. Tang potong
- e. Tang cucut
- f. Atraktor
- g. Avo meter
- h. *Downloader*
- i. *Usb Serial*
- j. PC / Laptop

3.2.2 Bahan

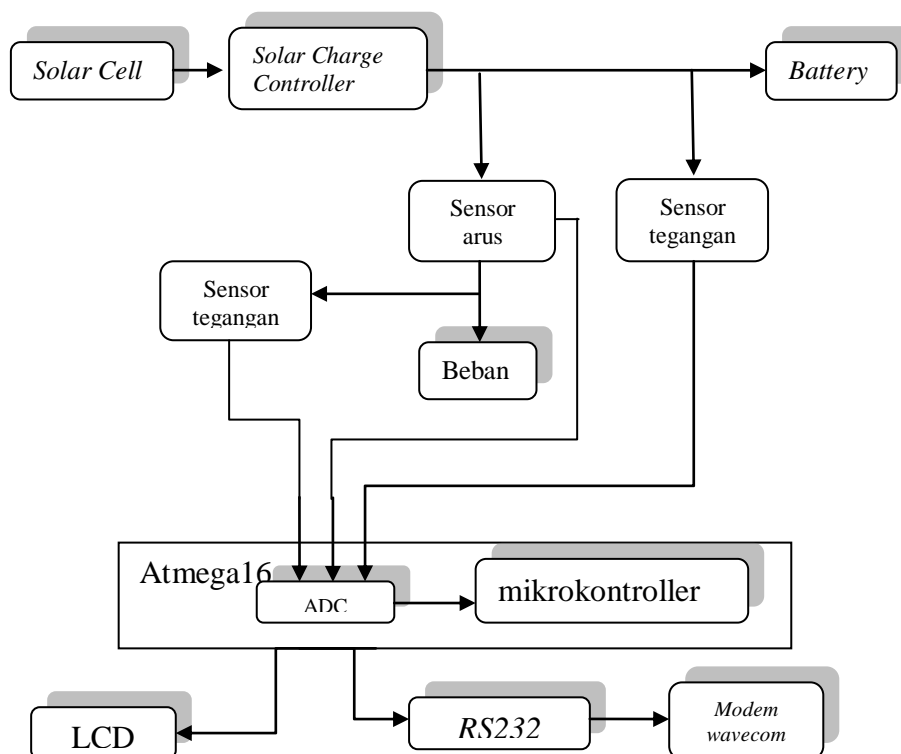
- a. Atmega16
- b. IC Max232
- c. RTC 1307
- d. *Power supply*

- e. Panel surya/*SolarCell*
- f. *Solar Charge Controller*
- g. Baterai
- h. Dioda
- i. Resistor
- j. Transistor
- k. Sensor tegangan
- l. Sensor arus
- m. Modem wavecom fastrak
- n. Konektor DB9

3.3 Diagram Alat dan *FlowChart*

Pada penelitian ini menggunakan desain diagram blok dan desain diagram alir, yaitu sebagai berikut.

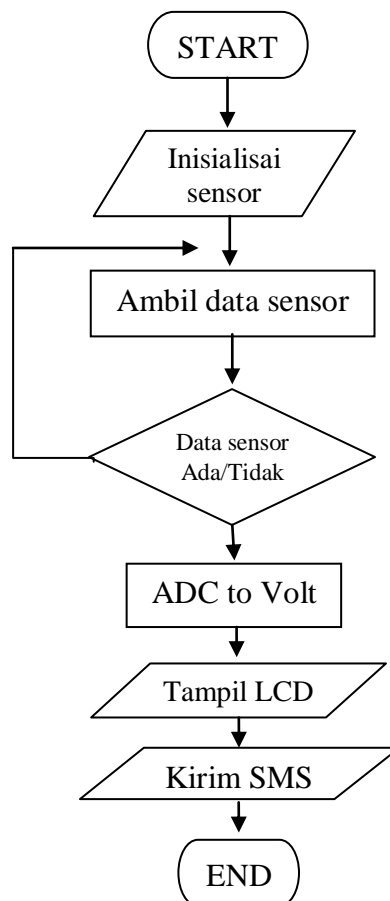
3.3.1 Perancangan *Solar cell* Dan Monitoring Tegangan Dan Beban berbasis mikrokontroler dengan menggunakan *SMS Gateway*.



Gambar 3.1 Diagram blok sistem Perancangan *Solar cell* Dan Monitoring

Pertama-tama perancangan sistem pada *Solar cell* yakni komponen diantaranya *solar panel* sebagai pengubah panas matahari menjadi listrik, *solar charge controller* sebagai control tegangan input dan output ke *battery*, *battery* sebagai penyimpan tegangan, sedangkan untuk alat ukurnya menggunakan sensor tegangan dan sensor arus yang terintegrasi dengan *system* minimum mikrokontroler, untuk menampilkan hasil ukur menggunakan LCD 16x2, sedangkan untuk interface sendiri menggunakan rangkaian serial max232 yang terhubung dengan modem wavecom.

3.3.2 Diagram Alir (*Flow Chart*) Alat



Gambar 3.2 Diagram Alir Alat

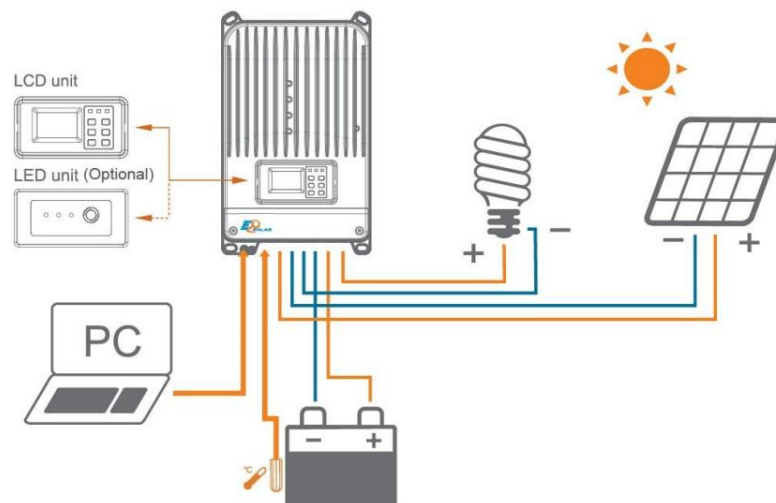
Gambar 3.2 merupakan gambar langkah-langkah yang akan dikerjakan mula-mula inialisasi sensor tegangan dan sensor arus dan kemudian *voltage sensor* mengukur tegangan pada battery dan tegangan pada *load* (beban), sedangkan untuk *ampere sensor* mengukur arus pada *load* (beban). Kemudian hasil pengukuran tadi dikonversi dalam bentuk ADC oleh mikrokontroler dan masuk pada rumus perhitungan pembagi tegangan dan arus. Dalam proses ini merupakan merubah data ADC menjadi data dalam bentuk Volt dan Amper. Kemudian hasil outputnya akan ditampilkan pada tampilan LCD mikrokontroler dan kemudian dikirim ke modem *wavecom* menggunakan komunikasi serial, kemudian modem akan mengirim hasil pengukuran tadi ke nomer ponsel tujuan sesuai format yang ditulis di program.

3.4 Konstruksi Penelitian

Pada penelitian ini, hal pertama yang perlu dilakukan adalah membuat alat ukurnya beserta dengan program sms *gateway*.

3.4.1 Perancangan *SolarCell*

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan *Solar cell* yang nantinya terintegrasi sistem sensor, sistem minimum mikrokontroler, sistem penampil (LCD) dan komunikasi serial ke modem.



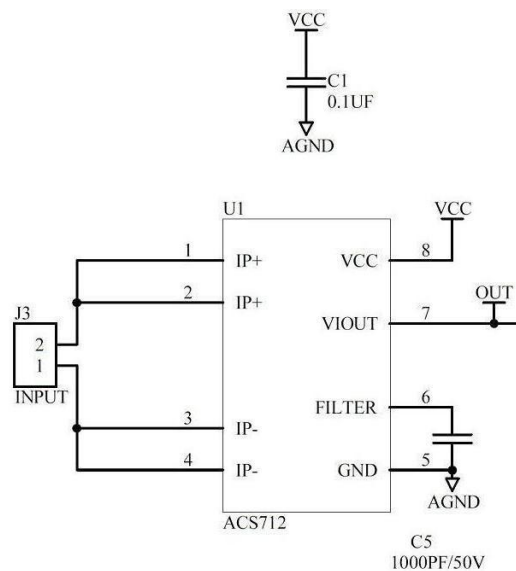
Gambar 3.3 Skema rangkaian *sollar cell*

3.4.2 Perancangan Sistem Sensor

Rangkaian sistem sensor untuk mengukur tegangan dan arus pada sistem *Solar Cell*, dengan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan.

1. Sensor Arus

Dimana sensor arus yang digunakan adalah menggunakan IC ACS712. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi. Contoh aplikasinya antara lain untuk sensor kontrol motor, deteksi dan manajemen penggunaan daya, sensor untuk *switch-mode power supply*, sensor proteksi terhadap *overcurrent*, dan lain sebagainya.

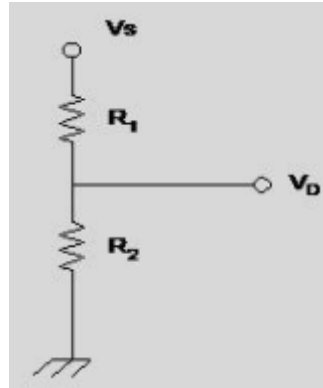


Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Arus

2. Voltage sensor

Voltage sensor digunakan untuk mengukur tegangan. Untuk mengukur tegangan DC, kita bisa langsung membaca dengan ADC internal dari AVR. Namun perlu diketahui, bahwa tegangan maksimal input ke ADC adalah sebesar Vcc AVR. Sehingga jika ingin mengukur tegangan yang nilainya melebihi +5V, maka diperlukan sebuah pembagi tegangan. Pembagi

tegangan ini berfungsi untuk menurunkan tegangan sampai batas kemampuan pembacaan ADC AVR.



Gambar 3.6 Rangkaian voltage sensor

Rangkaian pembagi tegangan yang sederhana dari dua buah resistor yang diseri. Sesuai dengan hukum Ohm, maka pada rangkaian seri, besar arus yang mengalir adalah sama, tegangan tergantung dari nilai hambatan yang dilaluinya. Cara kerja rangkaian sangat sederhana, pertama ADC0 digunakan sebagai input tegangan yang akan diukur. Karena tegangan yang sampai ke ADC0 atau V_s harus < 5 volt, maka untuk mendapatkan range pengukuran sekitar V_{in} 60 Volt, maka diperlukan sebuah rangkaian pembagi tegangan yang dibentuk oleh R_1 dan R_2 , dimana hubungan antara V_s (tegangan masuk ke ADC0) dan V_{in} (tegangan yang diukur) adalah $V_s = V_{in} * R_2 / (R_1 + R_2)$. Selain sebagai pembagi tegangan, rangkaian ini juga berguna untuk membatasi jumlah arus yang masuk ke ADC0. Saya mempergunakan $R_1=18K$ dan $R_2=470\Omega$ yaitu nilai-nilai resistor yang umum dijumpai di pasaran, dengan V_{in} maksimum yang akan saya ukur adalah 60 Volt, maka kita mendapatkan beberapa data teknis sebagai berikut:

- Arus yang melewati ADC0 sekitar $= 60 / (18K + 470) = 0.0324$ A
- Tegangan V_s maksimum $= 60 * 470 / (18K + 470) = 1.526$ Volt
(masih aman dan jauh dari 5 volt)

Karena ADC yang digunakan di ATMEGA-16 berbasiskan kepada 10 bits, maka tegangan 0 volt akan direpresentasikan oleh 0 dan tegangan maksimum 60 volt akan direpresentasikan dengan $2^{10} - 1 = 1023$. Konsekuensinya,

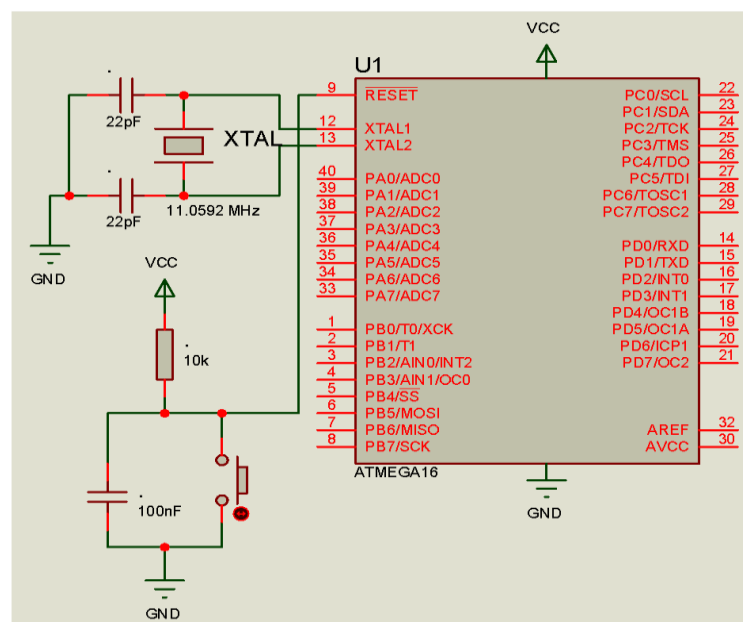
tegangan V_s maksimum di atas akan direpresentasikan dengan $= 1023 * 3.157 / 5 = 646.9$. Jadi dalam perhitungan yang dilakukan oleh mikrokontroler nantinya dibutuhkan sebuah faktor koreksi sebesar $f_c = 12 / 646.9$.

3.4.3 Perancangan Sistem Minimum Mikrokontroler

Rangkaian minimum sistem mikrokontroler Atmega 16 merupakan sebuah modul ISP (*In System Programming*) dan dihubungkan langsung dengan kabel paralel. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler Atmega 16 berfungsi sebagai penerima data masukan dari rangkaian komparator dan melakukan perhitungan jumlah pulsa atau detak dalam satu menit dan menampilkan data tersebut di LCD.

Spesifikasi alat :

- IC Mikrokontroler ATmega 16
- Tegangan suplai 12 Vdc
- Kristal 12 MHz
- Port input : PA.0
- Port output : PB.0 s.d PB.7

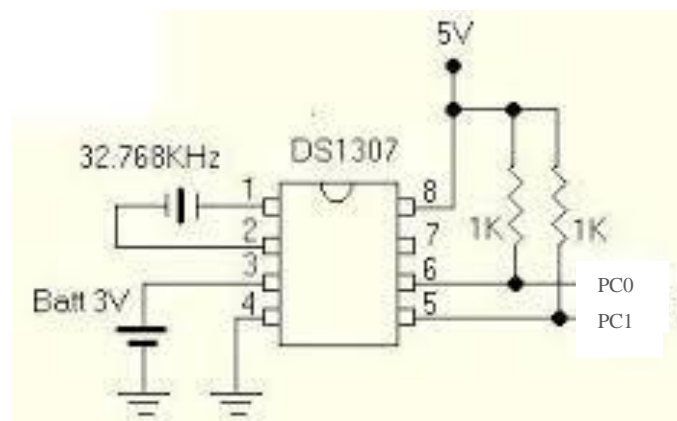


Gambar 3.7 Sistem Minimum Mikrokontroler

3.4.4 RTC (Real Time Clock) DS1307

DS1307 adalah sebuah IC yang dapat digunakan sebagai pengaturan waktu yang meliputi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Pengaksesan data dilakukan dengan sistem *serial* sehingga hanya membutuhkan dua jalur untuk komunikasi yaitu jalur clock untuk membawa informasi data clock dan jalur data yang membawa data.

RTC DS1307 memiliki register yang dapat menunjukkan waktu dalam detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun. RTC ini didesain dengan 128 lokasi RAM yang terdiri dari 15 byte untuk data waktu serta kontrol, dan 113 byte sebagai RAM yang dapat digunakan sebagai RAM pada umumnya. RTC DS 1307 menggunakan bus yang termultipleks sehingga bisa menghemat penggunaan pin pada mikrokontroler.



Gambar 3.8 Skematik RTC

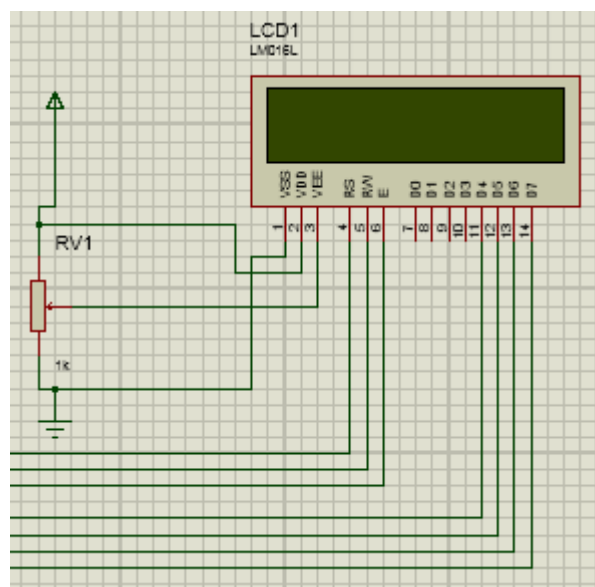
Prinsip kerja dari rangkaian di atas adalah Pin VCC dari RTC dihubungkan dengan supply sebesar 5 Vdc. Sinyal osilasi disediakan melalui kristal yang dihubungkan dengan pin X1 dan X2. Keperluan untuk back up supply yang dibutuhkan untuk mempertahankan data waktu RTC disediakan oleh baterai dengan tegangan sebesar 3 Vdc yang dihubungkan dengan pin VBAT. Sedangkan untuk proses komunikasi data waktu dengan sistem keseluruhan diatur melalui SCL dan SDA. SCL itu adalah Sebagai clock untuk input ke 12C digunakan untuk mensinkronisasi pergerakan data dalam *serial interface*. Bersifat *open drain* oleh sebab itu membutuhkan external pull up resistor.

Sedangkan SDA adalah yang berfungsi sebagai masukan/keluaran untuk 12C *serial interface*. Bersifat *open drain* oleh sebab itu membutuhkan external pull up resistor. Pin SCL dan pin SDA dihubungkan dengan mikrokontroler yang diberi resistor pull up sebesar 2,7 k Ω . *Push button* disini digunakan untuk mengatur waktu dari RTC, jika terjadi error. Pin-pin yang digunakan oleh RTC dan Push Button adalah SDA pin 0, SCL pin 1, Push Button pin 4 sampai 7.

3.4.5 Perancangan Sistem Minimum Penampil LCD

Tampilan yang digunakan adalah LCD 16x2, dimana LCD ini mempunyai 16 kolom dan 2 baris. LCD berfungsi untuk menampilkan data yang telah diolah yaitu berupa hasil pengukuran gula darah. Gambar di bawah memperlihatkan gambar antarmuka LCD dengan mikrokontroler.

LCD ini berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran yang telah diolah oleh mikrokontroler. Hasil yang ditampilkan pada LCD adalah hasil pengukuran tegangan dan arus.



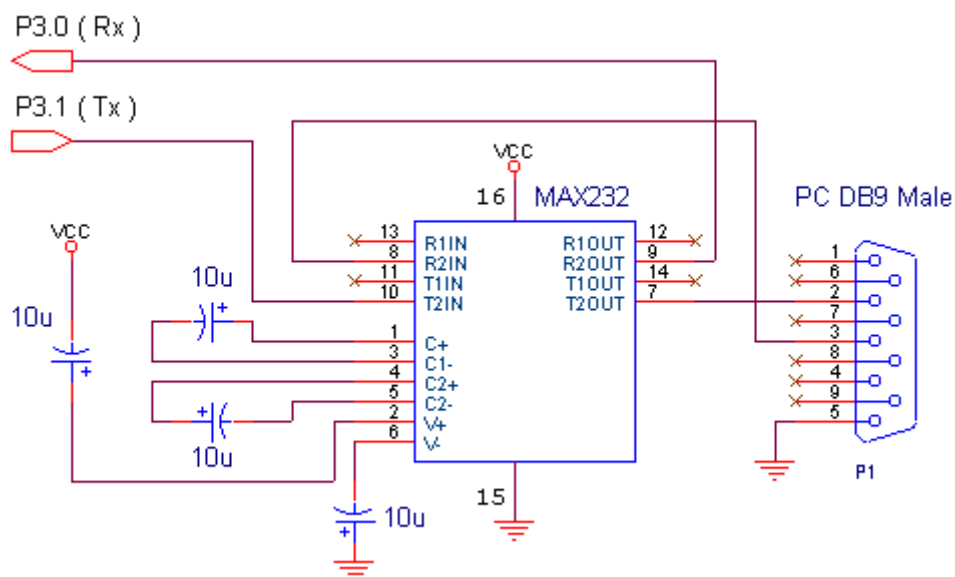
Gambar 3.9 Rangkaian Tampilan LCD

3.4.6 Komunikasi serial

Untuk menghubungkan Modem wavecom M1306B dengan mikrokontroler dapat menggunakan port serial dan port paralel. Pada

perancangan ini menggunakan port serial sebagai jalur komunikasinya. Salah satu standart komunikasi serial yang sering digunakan adalah RS232. Untuk melakukan komunikasi serial dengan standar RS232 diperlukan IC Max 232 sebagai sebagai driver, yang akan mengkonversi tegangan atau kondisi logika TTL dari hardware agar sesuai.

Dengan tegangan pada komputer atau mikrokontroller ataupun sebaliknya sehingga data dapat dibaca. Komunikasi serial yang digunakan untuk menghubungkan modem wavecom M1306B ke IC Max232 adalah konektor DB15 dan DB9. Dimana konektor DB15 yang tersambung ke modem dan DB9 tersambung ke IC Max232.



Gambar 3.10 Rangkaian Serial MAX232

3.4.7 Relay

Secara umum pada relay terdapat yang namanya NO (Normally Open) dan NC (Normally Close). Maksud dari NO adalah pada kondisi normal (coil tidak disupply listrik) maka terminal ini tidak terhubung sedangkan NC yaitu pada kondisi normal atau kumparan belum dialiri listrik posisi saklar sudah terhubung. Kedua fungsi relay ini sama-sama penting karena biasanya rangkaian-rangkaian tertentu memerlukan kondisi yang seperti itu.

Apa Kelebihan dan Kekurangan Relay dibanding Komponen Pensaklaran dari bahan Semikonduktor. Kelebihan utama dari relay yaitu relay bisa mensaklarkan arus beban yang lebih besar. Hal ini karena pada relay arus beban dilewatkan melalui plat tembaga, sedangkan arus kontrolnya hanya untuk menyuplai kumparan magnet saja. Tetapi kekurangan dari relay ini yaitu adanya bouncing atau cacat sinyal pada saat proses pensaklaran berlangsung. Makanya relay ini tidak cocok digunakan pada rangkaian elektronika digital yang memerlukan keakuratan, tetapi relay lebih cocok untuk pensaklaran dengan beban daya besar.



Gambar 3.11 *Relay*

Disini rangkaian *Relay* digunakan untuk memutus dan menyambungkan keluaran pada tegangan *load* dari perangkat *SolarCell*. Yang bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja sensor pada perangkat *SMS Gateway*.

3.4.8 Perancangan program sms gateway

SMS Gateway adalah program yang berfungsi sebagai penghubung/jembatan antara *device* modem dengan mikrokontroller yang memanfaatkan SMS sebagai data. Ada 2 tugas utama dari *SMS Gateway*, yaitu :

1. Membaca SMS secara otomatis, kemudian menyimpan sebagai data
2. Mengirim SMS secara otomatis, berdasarkan antrian data



Gambar 3.12 modem wavecom 1306b

Prinsip kerja modem wavecom M1306B fastrack sama dengan modem GSM untuk mengirim pesan singkat (SMS) pada umumnya, yaitu pesan tidak langsung dikirim ke ponsel tujuan, akan tetapi dikirim terlebih dahulu ke SMS Center (SMSC) yang biasanya berada di kantor operator telepon, baru kemudian pesan tersebut diteruskan ke ponsel tujuan. Dengan adanya SMSC, dapat diketahui status pesan SMS yang telah dikirim, apakah telah sampai atau gagal.

Pada perancangan ini modem wavecom M1306B fastrack dihubungkan ke mikrokontroler sebagai pengganti komputer yang memberikan perintah untuk mengirimkan SMS. Mikrokontroler mengirim data (Isi SMS dan no.tujuan) ke modem wavecom M1306B melalui RS232, kemudian modem mengirim data tersebut ke SMS *center* yang akan menyampaikan ke no ponsel tujuan.

3.5 Perancangan dan Perhitungan

Dalam perencanaannya digunakan solar yang akan dianalisa pada hal ini adalah *solar cell* dengan daya 140 WP

3.5.1 Perangkat Solar Cell

Pada perangkat Solar cell ini ada beberapa komponen yang harus ada diantaranya panel surya sebagai pengubah energi panas matahari menjadi energi listrik, *Solar Charge Controller* berfungsi untuk mengontrol masukan dari panel

surya ke battery maupun battery ke beban lebih jelasnya mengotrol pada saat pengisian atau charging dan mengotrol pada saat load.



Gambar 3.13 Panel Surya

Panel surya dimana yang sudah dibahas sebelumnya Panel surya merupakan perangkat ataupun modul yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek fotovoltaik. Panel surya yang dipakai pada penelitian ini memiliki spesifikasi:

- *Max Power* : 140 W
- *Voltage Pmax* : 21,4 V
- *Current Pmax* : 8,62 A

Perencanaan Perhitungan Daya Solar Cell :

a. Total Beban

- Lampu LED 15 W x 4 : 60 W
- *Relay* 12V : Nominal current 60 mA

Nominal power 750 mW

Total beban keseluruhan : ± 61 Watt

b. Dengan perkiraan daya sebesar 61 Watt maka dibutuhkan *Battery* dengan perkiraan arus sebagai berikut :

$$I = \frac{P \text{ daya yang direncanakan}}{V_{aki}} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$I = \frac{61}{12}$$

$$I = 5,08$$

- c. Aki yang digunakan pada penelitian ini menggunakan aki dengan spesifikasi 12 volt – 32 Ah, Jadi untuk lama penggunaannya :

$$\text{lama penggunaan} = \frac{\text{kapasitas battery}}{I} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{lama penggunaan} = \frac{32}{5,08}$$

$$\text{lama penggunaan} = 6,3 \text{ Jam}$$

3.5.2 Perangkat *Solar Charge Controller*



Gambar 3.14 *Solar Charge Controller*

Solar Charge Controller merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengontrol tegangan pada masukan Panel surya yang disimpan pada *battery* dan mengontrol keluaran pada beban. Dimana perangkat *Solar Charge Controller* yang digunakan adalah LS1024 dengan spesifikasi :

- System voltasenya : 12/24 VDC
- Maksimum input : 50 Volt
- Arus : 10 Amper

3.5.3 Perangkat *Battery*

Battery berfungsi untuk penyimpan tenaga listrik arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya. Dimana *battery* yang digunakan pada penelitian ini adalah *battery* GS 32B20R yang mana memiliki spesifikasi 12 volt – 32AH.

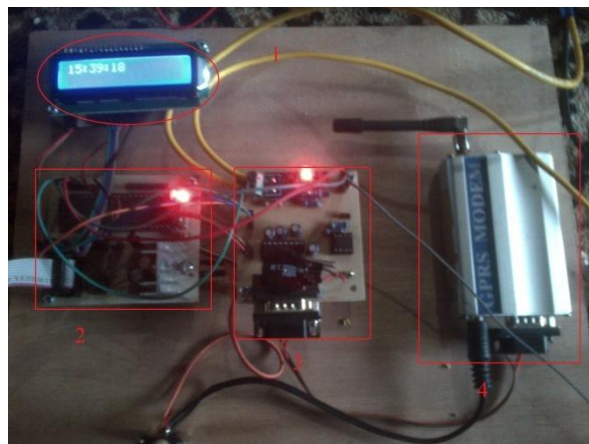


Gambar 3.15 *Battery*

Status pengisian *Battery* dapat diketahui berdasarkan tegangan atau berat jenis elektrolit. Perubahan kepadatan berat jenis asam sulfat dari *Battery* memberikan suatu keadaan pengisian yang berbeda. Berat jenis elektrolit accumu *Battery* lator dapat dibaca menggunakan hydrometer untuk memberikan informasi tentang keadaan pengisian secara tepat. Namun hydrometer tidak dapat digunakan untuk *Battery* berjenis *sealed*, *AGM*, dan *gel cell Battery*.

3.5.4 Perancangan SMS *GateWay*

Perangkat SMS *GateWay* ini berfungsi untuk memonitoring perangkat *SolarCell*, dimana data yang diambil adalah tegangan pada *battery*, tegangan pada Load/Beban dan Arus pada Beban.



Gambar 3.16 Perangkat SMS *Gateway*

Pada gambar diatas merupakan perangkat SMS Gateway yang sudah jadi, blok yang menunjukkan :

- 1) Merupakan perangkat LCD untuk menampilkan informasi dari mikrokontroller
- 2) Perangkat sistem minimum mikrokontroller
- 3) Perangkat sensor, rangkaian Max232 dan rangkaian RTC