



TUGAS AKHIR - TE145561

Purwarupa KWH Meter Digital yang dilengkapi *Data Logger* sebagai Alat Bantu melakukan Audit Energi

Fajar Wahyu Kurniyanto
NRP 2212038002
Najmi Fushila Madina
NRP 2212038013

Dosen Pembimbing
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Suwito, ST, MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR - TE145561

Purwarupa KWH Meter Digital yang dilengkapi *Data Logger* sebagai Alat Bantu melakukan Audit Energi

Fajar Wahyu Kurniyanto
NRP 2212038002
Najmi Fushila Madina
NRP 2212038013

Dosen Pembimbing
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Suwito, ST, MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR - TE145561

***PROTOTYPE OF DIGITAL KWH-METER IS PROVIDED BY
DATA LOGGER AS INSTRUMENT TO HELP ENERGY AUDIT***

Fajar Wahyu Kurniyanto
NRP 2212038002
Najmi Fushila Madina
NRP 2212038013

Dosen Pembimbing
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Suwito, ST, MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR - TE145561

***PROTOTYPE OF DIGITAL KWH-METER IS PROVIDED BY
DATA LOGGER AS INSTRUMENT TO HELP ENERGY AUDIT***

Fajar Wahyu Kurniyanto
NRP 2212038002
Najmi Fushila Madina
NRP 2212038013

Dosen Pembimbing
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.
Suwito, ST, MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

**PURWARUPA KWH METER DIGITAL YANG DILENGKAPI
DATA LOGGER SEBAGAI ALAT BANTU MELAKUKAN AUDIT
ENERGI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada**

**Bidang Studi Teknik Listrik
Program Studi D3 Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ardyono Priyadi, ST., M. Eng.
NIP.19730927 199803 1 004

Suwito, ST., MT.
NIP.198100105 200501 1 004



**SURABAYA
JULI, 2015**

PURWARUPA KWH METER DIGITAL YANG DILENGKAPI DATA LOGGER SEBAGAI ALAT BANTU MELAKUKAN AUDIT ENERGI

Nama Mahasiswa : Fajar Wahyu Kurniyanto
NRP : 2212 038 002
Nama Mahasiswa : Najmi Fushila Madina
NRP : 2212 038 013
Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eng. Ardyono Priyadi, ST.
Dosen Pembimbing 2 : Suwito S.T., M.T.

ABSTRAK

KWH-meter merupakan suatu alat yang digunakan oleh pihak PLN untuk mengukur dan menghitung jumlah pemakaian energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan (konsumen listrik). KWH-meter yang dikenal umum oleh masyarakat saat ini adalah KWH-meter digital. Karena pengisian pada KWH meter digital masih manual, oleh karena itu diperlukan suatu KWH meter yang dapat mengirim pulsa token jarak jauh melalui SMS (*Short Message Service*) terutama untuk pelanggan rumah tangga. Meningkatkan pelayanan terhadap pelanggan khusus seperti industri, KWH meter ini dapat melakukan pengambilan data (*data logging*) pada pemakai energi listrik di setiap bulannya.

Dalam tugas akhir ini, KWH-meter digital dapat melakukan pengisian token listrik melalui SMS (*Short Message Service*) yang dikirim melalui ponsel pelanggan. Alat ini juga akan membantu proses audit energi dengan cara menyajikan data berupa daya yang terpakai. Tegangan dan arus yang masuk menuju beban diukur oleh sensor kemudian dikonversikan menjadi data digital. Data tersebut akan diproses menjadi daya nyata. Daya real yang diperoleh akan disimpan secara *real time* dalam suatu *database* di *memory external* melalui perangkat *MMC Shield*.

Berdasarkan pengujian, alat ini memiliki nilai kesalahan pembacaan arus sebesar 9,2%, sensor tegangan memiliki nilai yang linier dengan Vinput (VAC), komunikasi antara S-Meter dengan ponsel pelanggan berjalan lancar selama sinyal komunikasi tersedia oleh *provider*, nilai kesalahan pengurangan pulsa 0% ketika tidak dalam kondisi berbeban, dan nilai kesalahan perhitungan daya sebesar 4,7%

Kata kunci : *Short Message Service, Data Logging, MMC Shield, memory external, RTC, KWH-meter*

Halaman ini sengaja dikosongkan.

**PROTOTYPE OF DIGITAL KWH-METER IS PROVIDED BY
DATA LOGGER AS INSTRUMENT TO HELP ENERGY AUDIT**

Student Name 1 : Fajar Wahyu Kurniyanto
ID : 2212 038 002
Student Name 2 : Najmi Fushila Madina
ID : 2212 038 013
Supervisor 1 : Dr. Eng. Ardyono Priyadi, ST.
Supervisor 2 : Suwito S.T., M.T.

ABSTRACT

KWH-meter is a measuring and calculating electrical energy instrument used by national electricity company (Perusahaan Listrik Negara-PLN) for their customer. KWH-meter mostly used by customers is digital KWH-meter. One of the drawback of KWH-meter digital is manual money recharging. Therefore, we need KWH-meter that send long-range token recharging by SMS (Short Message Service). This service is developed purposely to provide industrial customer. This KWH-meter also can obtain electricity energy data (data logging) from customer monthly.

In this study, we develop Digital KWH-meter in which the instrument can reload the electricity token via SMS (Short Message Service) sent by customer. The data provided are used power, voltage, and current which enter to load measured by sensor and converted be digital data. The data will be saved real time on the external memory database via MMC Shield.

Based on testing, this project have 9.2% error value of current sensor, the voltage sensor has a linear value by V_{input} (VAC), the communication between our project with mobile subscribers went smoothly during the communication signals provided by the provider, a reduction in the value of error pulses 0 % when unload condition, and 4.7% error value of the power calculation.

Keyword: *Short Message Service, Data Logging, MMC Shield, external memory, RTC, KWH-meter*

Halaman ini sengaja dikosongkan.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan hidayah serta segala nikmat yang telah diberikan-Nya, sehingga tersusunlah Tugas Akhir berjudul :

“Rancang Bangun Kwh Meter Digital yang dilengkapi Data Logger sebagai Alat Bantu melakukan Audit Energi”

Tugas Akhir ini merupakan salah satu kurikulum sebagai persyaratan yang harus dilengkapi guna menyelesaikan studi di jurusan Diploma-3 (D3) Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan,

Banyak dorongan dan bantuan yang penulis dapatkan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir, oleh karena itu penulis banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, doa dan kasih sayang.
2. Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng sebagai dosen pembimbing 1, yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan pengarahan dan bimbingan dari awal hingga terselesainya Tugas Akhir.
3. Suwito, ST, MT.sebagai dosen pembimbing 2, yang tidak pernah bosan mengingatkan dan memberikan bimbingan.
4. Rekan-rekan mahasiswa ITS yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua terutama bagi penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Buku Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Metodologi	3
1.6. Sistematika Laporan	4
1.7. Relevansi	5
BAB II. TEORI PENUNJANG	7
2.1. KWH Meter	7
2.2. <i>Board</i> Arduino Mega	8
2.3. <i>Board</i> Arduino Uno	9
2.3.1 Arduino IDE	9
2.3.2 <i>Analog to Digital Converter (ADC)</i>	10
2.4. Sensor arus ACS712 with <i>OpAmp</i>	11
2.5. <i>Real-Time Clock (RTC)</i>	12
2.6. Sensor Tegangan	13
2.7. <i>MMC Shield</i>	14
2.8. <i>SD Card</i>	15
2.9. <i>Inter Integrated Circuit (I2C)</i>	15
2.10. <i>Liquid Crystal Display</i>	16
2.11. <i>Miniature Circuit Breaker</i>	16
2.12. Modem <i>GSM Maestro100</i>	17
2.13. <i>Relay HRS4H-S</i>	18
2.14. Komunikasi Serial	19
2.14.1 <i>TTL to RS232</i>	21
2.14.2 IC <i>MAX232</i>	21

2.15. <i>AT-Command</i>	22
2.16. <i>Visual Studio</i>	23
BAB III. PERANCANGAN ALAT	25
3.1. Perancangan Sistem Keseluruhan	25
3.2. Perancangan Mekanik	26
3.3. Perancangan <i>Hardware</i>	26
3.3.1. Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan	27
3.3.2. Perencanaan Relay	28
3.3.3. Perencanaan <i>TTL to RS232 Serial</i>	29
3.4. Perancangan <i>Software</i>	29
3.4.1. Perencanaan Sistem Secara Keseluruhan	30
3.4.2. Pemrograman RTC	32
3.4.3. Pemrograman <i>Data Logger</i>	34
3.4.4. Pemrograman Sensor ACS712	35
3.4.5. Pemrograman Sensor Tegangan	36
3.4.6. Pemrograman Modem GSM untuk Mengirim dan Menerima SMS	36
3.4.7. Pemrograman Modem GSM untuk Menerima SMS	38
3.4.8. Pemrograman <i>Inter Integrated Circuit (I2C)</i>	38
3.4.9. <i>Visual Studio</i>	39
BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	43
4.1. Pengujian Sumber Tegangan pada Arduino	43
4.1.1. Pengujian <i>Power Supply</i> pada Arduino	43
4.1.2. Pengujian <i>Powerbank</i> pada Arduino	44
4.1.3. Pengujian <i>PC</i> pada Arduino	45
4.2. Pengujian <i>Input/Output</i> Arduino	46
4.2.1. Pengujian <i>Input/Output</i> Arduino Mega	46
4.2.2. Pengujian <i>Input/Output</i> Arduino Uno	48
4.3. Pengujian Pembacaan RTC	50
4.4. Pengujian Pembacaan ADC pada ACS712	51
4.5. Pengujian Pembacaan ADC Sensor Tegangan	52
4.6. Pengujian Penyimpanan pada Alat	54
4.7. Pengujian Perhitungan Rumus S-Meter	55
4.7.1. Pengujian Perbedaan Satuan ws (watt per <i>second</i>) dengan wh (watt per <i>hour</i>)	57
4.8. Pengujian Penggunaan Pulsa	58
4.8.1. Kondisi Berbeban	58

4.8.2. Kondisi Tidak Berbeban	60
4.9. Pengujian Modem.....	60
4.9.1. Pengujian Pembacaan SMS Kode Token.....	64
4.9.2. Pengujian Pengiriman SMS Batas <i>Limit</i> Pulsa	65
4.9.3. Pengujian Pembacaan SMS Kode Token yang Salah	66
4.10. Pengujian LCD	66
4.11. Pengujian <i>Visual Studio</i>	67
4.12. Uji Alat Secara Keseluruhan	70
BAB V. PENUTUP	75
5.1. Kesimpulan.....	75
5.2. Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN 1 <i>Listing</i> Program.....	A-1
LAMPIRAN 2 <i>Datasheet</i>	B-1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	C-1

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Alokasi Pin <i>Interface</i>	12
Tabel 2.2	Beberapa <i>AT-Command</i>	22
Tabel 2.3	Spesifikasi <i>AT-Command</i> pada <i>Hyperterminal</i>	23
Tabel 4.1	Tabel Pengujian <i>Power Supply</i>	43
Tabel 4.2	Tabel Pengujian <i>Powerbank</i> Samsung	45
Tabel 4.3	Tabel Pengujian <i>Powerbank</i> Hame	45
Tabel 4.4	Tabel Pengujian I/O Arduino Mega	46
Tabel 4.5	Tabel Pengujian I/O Arduino Uno.....	48
Tabel 4.6	Tabel Pengujian RTC	50
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Sensor Arus	51
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Sensor Tegangan	52
Tabel 4.9	Alokasi Penyimpanan <i>SD card</i> Kosong	55
Tabel 4.10	Kode Pulsa S-Meter.....	65

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	KWH-meter Digital	7
Gambar 2.2	<i>Board</i> Arduino Mega.....	8
Gambar 2.3	<i>Board</i> Arduino Uno	9
Gambar 2.4	Jendela Arduino IDE	10
Gambar 2.5	Sensor Arus ACS712.....	11
Gambar 2.6	Skematik RTC	13
Gambar 2.7	Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh.....	13
Gambar 2.8	Grafik Input Dan Output Gelombang Sinus.....	14
Gambar 2.9	<i>Mmc Shield</i>	14
Gambar 2.10	Bentuk fisik <i>SD card</i>	15
Gambar 2.11	Diagram <i>Timing</i> komunikasi I2C.....	15
Gambar 2.12	LCD	16
Gambar 2.13	MCB 2A	17
Gambar 2.14	Modem GSM <i>Maestro</i> 100	18
Gambar 2.15	Relay HRS4H-S.....	19
Gambar 2.16	DB9 <i>Female Connector</i>	20
Gambar 2.17	DB9 <i>Male Connector</i>	20
Gambar 2.18	Hubungan Komunikasi Serial.....	21
Gambar 2.19	Skematik Rangkaian TTL to RS232	21
Gambar 2.20	Konfigurasi Pin IC MAX232.....	22
Gambar 3.1	Diagram Fungsional Sistem.....	25
Gambar 3.2	<i>Miniature Apartement</i>	26
Gambar 3.3	S-Meter	27
Gambar 3.4	Skematik Sensor Tegangan	28
Gambar 3.5	Perencanaan Relay.....	29
Gambar 3.6	Perencanaan <i>TTL to RS232 Serial</i>	29
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i>	30
Gambar 3.8	Tampilan Login <i>Visual Studio</i>	40
Gambar 4.1	Pengujian pada <i>Power Supply</i>	44
Gambar 4.2	Pengujian <i>Powerbank</i>	44
Gambar 4.3	Pengujian <i>board</i> Arduino dengan PC	45
Gambar 4.4	Pengujian Arduino Mega.....	46
Gambar 4.5	Pengujian Arduino Uno	49
Gambar 4.6	Pengujian RTC	50
Gambar 4.7	Pengujian Sensor ACS 712.....	51
Gambar 4.8	Pengujian Sensor Tegangan.....	53

Gambar 4.9	Diagram Linearisasi Sensor Tegangan.....	54
Gambar 4.10	Pengujian <i>SD card</i> “V-Gen” berukuran 2GB	55
Gambar 4.11	Pengujian Rumus Daya pada S-Meter.....	56
Gambar 4.12	Tampilan Program Daya Satuan ws (watt <i>second</i>).....	57
Gambar 4.13	Tampilan Program Daya Satuan wh (watt <i>hour</i>).....	58
Gambar 4.14	Pengujian S-Meter saat berbeban	59
Gambar 4.15	Tampilan Pulsa S-METER.....	60
Gambar 4.16	Pengecekan Koneksi	61
Gambar 4.17	Pengujian Pengiriman dan Pembacaan SMS Modem Maestro 100.....	62
Gambar 4.18	Tampilan <i>SMS</i> pada handphone	62
Gambar 4.19	Pengujian Modem	63
Gambar 4.20	Hasil Pengujian pada Jendela Arduino IDE	63
Gambar 4.21	Pengisian Pulsa S-Meter.....	64
Gambar 4.22	Pengujian Informasi <i>SMS</i> Batas <i>Limit</i> Pulsa	65
Gambar 4.23	Pengiriman Kode Token yang Salah.....	66
Gambar 4.24	Tampilan Program.....	67
Gambar 4.25	Tampilan Awal <i>Visual Studio</i>	68
Gambar 4.26	Tampilan Pengolahan Data S-Meter	68
Gambar 4.27	Tampilan Pembacaan Data <i>Visual Studio</i>	69
Gambar 4.28	Tampilan <i>Visual Studio</i> Ketika Mencari Data.....	69
Gambar 4.29	Tampilan Akhir <i>Visual Studio</i>	70
Gambar 4.30	Pengujian Keseluruhan.....	71
Gambar 4.31	Pengujian S-Meter.....	72
Gambar 4.32	Pengujian Pengisian Pulsa Token S-Meter.....	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang :

Tujuan audit energi berfungsi untuk program penghematan energi dengan menggunakan *data logging* sebagai *historical data file* untuk setiap kejadian yang terjadi pada sistem, yang berguna untuk keperluan pemeliharaan ataupun *review data* sebelum dan sesudah kejadian. Periode waktu penyimpanan data harus mampu dilakukan dalam waktu lama. Untuk sistem yang besar saat ini dapat mencapai ratusan *giga byte*. Mengumpulkan data *historis* berarti merekam data hasil akuisisi dan data hasil perhitungan *real time* dan menyimpan data tersebut ke dalam *database* sebagai *time tagged data*. Untuk meningkatkan pelayanan terhadap pelanggan listrik, perusahaan listrik di Indonesia misalnya PT. PLN (Persero) melakukan pengambilan data (*data logging*) pada pemakai energi listrik di setiap bulannya. Namun demikian dalam hal pengambilan data pemakaian energi listrik masih memakai sistem yang konvensional, sehingga dalam kenyataan di lapangan akan timbul kekurangan-kekurangan yang dapat merugikan perusahaan listrik itu sendiri seperti keaslian data, *human error*, waktu yang tidak efisien dan lain sebagainya. Maka dari itu diperlukan suatu alat otomatis yang dapat mengambil dan merekam data pemakaian energi listrik dari jarak jauh sepanjang waktu.

Saat ini PT. PLN (Persero) menggunakan KWH-meter sebagai alat untuk mengukur dan menghitung jumlah pemakaian energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan (konsumen listrik). KWH-meter yang dikenal umum oleh masyarakat saat ini adalah KWH-meter digital. Pengisian pada KWH meter digital masih manual. Jika pemilik rumah sedang bepergian jauh dan tidak mengetahui jika pulsa token habis, maka dapat dipastikan listrik di rumah padam karena pelanggan terlambat mengisi pulsa hal tersebut menimbulkan kerugian yaitu merusak peralatan elektronik pada rumah jika terjadi berulang kali. Walaupun pelanggan sudah mengetahui pulsa pada batas *limit*, pelanggan harus segera pulang ke rumah dari bepergian hanya untuk mengisi pulsa token. Hal ini membuat pelanggan merasa kesulitan dan tidak nyaman dalam memanfaatkan listrik prabayar.

Di dunia industri kita membutuhkan KWH-meter digital yang dapat merekam data penggunaan listrik yang digunakan secara *real time*. Sehingga data tersebut dapat digunakan untuk menganalisa

penggunaan energi listrik dan audit energi yang digunakan untuk mengetahui keseimbangan dan mengidentifikasi peluang-peluang penghematan energi. Melalui audit energi, kita dapat mengetahui pola distribusi energi, sehingga bagian yang mengkonsumsi energi terbesar dapat diketahui. Dari hasil audit energi juga dapat diketahui besarnya peluang potensi penghematan apabila dilakukan peningkatan efisiensi.

Oleh karena itu kami berinisiatif untuk membuat Tugas Akhir mengenai “Purwarupa Kwh Meter Digital yang dilengkapi *Data Logger* sebagai Alat Bantu melakukan Audit Energi”. KWH-meter terdiri dari modul perangkat Arduino, sensor ACS712, sensor tegangan dan RTC. Dimana rancang bangun KWH-meter digital prabayar ini dilengkapi dengan sistem pemberitahuan dan pengisian pulsa token dengan media *Short Message Service (SMS)*. Dengan adanya fasilitas ini pelanggan rumah tangga bisa mengetahui batas limit pulsa sekaligus mengisi pulsa token dengan jarak yang jauh melalui fasilitas SMS. Sedangkan pelanggan khusus seperti industri yang memakai daya besar dilengkapi dengan *SD card* yang akan merekam daya penggunaan.

1.2 Permasalahan

Melihat dari latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya :

1. Kurangnya *historical data file* pada KWH-meter digital secara *real time*.
2. Akses pengisian pulsa token yang kurang fleksible.
3. Kurangnya alat bantu untuk melakukan audit energi.

1.3 Batasan Masalah

Dari perumusan masalah di atas, maka batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Parameter yang diukur adalah arus dan tegangan.
2. Nilai *cosphi* dapat diasumsikan sama dengan satu, melalui alat ukur *cosphi*
3. Penempatan sensor KWH meter dianggap ideal tanpa ada kendala teknis.
4. Jaringan *provider* telekomunikasi dianggap dalam kondisi baik dan normal.
5. *SD card* hanya digunakan untuk pelanggan khusus layaknya industri untuk menyimpan data file energi listrik yang digunakan konsumen sebagai alat bantu audit energi.

1.4 Tujuan

Tujuan kami menuliskan Tugas Akhir ini adalah:

1. Merancang dan membuat rancang bangun KWH meter yang dapat menginformasikan batas *limit* dan mengisi pulsa token melalui sms.
2. Merancang *data logging* sebagai *historical data file* untuk setiap kejadian yang terjadi pada sistem penggunaan energi listrik di industri.
3. Merancang alat bantu untuk melakukan audit energi.
4. Membuat *Interface* berupa tampilan data yang tersimpan dalam *SD Card*, yang dibuat dengan bahasa pemrograman.

1.5 Metodologi

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang berjudul ” Purwarupa Kwh Meter Digital yang dilengkapi Data Logger sebagai Alat Bantu melakukan Audit Energi”, ada beberapa kegiatan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Studi Pustaka: dalam kegiatan ini dilakukan pembelajaran terhadap topik-topik yang bersangkutan dengan Tugas Akhir ini, diantaranya adalah : studi tentang Arduino, RTC, *MMC Shield*, ACS712 dan sensor tegangan.
2. Perencanaan dan Pembuatan Alat : perancangan dilakukan dengan pemodelan sistem dalam kondisi ideal. Perencanaan dilakukan untuk menyusun sistem yang terdiri atas ACS712, sensor tegangan, Arduino, RTC dan *MMC Shield*.
3. Perencanaan dan Pembuatan Software: software yang digunakan adalah pemrograman Arduino yang mengambil data pada RTC, digabungkan dengan data pembacaan sensor ACS dan tegangan kemudian data tersebut disimpan pada *data logger*.
4. Uji Coba dan Analisis Data : dengan proses uji coba dan analisa terhadap alat diharapkan akan membantu dan mempermudah mahasiswa apabila alat tersebut mengalami gangguan. Tahapan ini dilakukan dengan cara melakukan pengecekan alat, dan analisa hasil berdasarkan literatur yang telah dipelajari. Beberapa pengujian yang akan dilakukan pada alat yaitu :

pengujian input output Arduino, pembacaan RTC oleh Arduino, penyimpanan data pada *data logger*, pengujian sensor ACS712, pengujian sensor tegangan dan pengujian secara keseluruhan.

5. Penyusunan Laporan: Setelah melalui beberapa pengujian pada alat untuk mengetahui kelemahan serta penyempurnaan alat tersebut, maka dilakukanlah penyusunan laporan. Laporan berisikan informasi dan dokumentasi dari yang didapat selama pembuatan alat sampai selesai.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan pada Buku Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab. Berikut diberikan penjelasan isi dari masing – masing bab, yaitu :

Bab I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, maksud dan tujuan, sistematika laporan, serta relevansi penulisan pada Tugas Akhir.

Bab II : TEORI PENUNJANG

Berisi teori penunjang yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

Bab III : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras yang meliputi rangkaian-rangkaian, desain bangun, dan perangkat lunak yang meliputi program yang akan digunakan untuk mengaktifkan alat tersebut.

Bab IV : PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Dalam bab ini membahas tentang pengukuran, pengujian, dan analisa terhadap prinsip kerja dan proses dari alat yang telah dibuat.

Bab V : PENUTUP

Dalam bab ini berisi tentang penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan dari Tugas Akhir dan saran – saran untuk pengembangan alat lebih lanjut.

1.7 Relevansi

Manfaat dari pembuatan Tugas Akhir yang berbentuk alat ini dibagi menjadi beberapa lapisan, yaitu :

1. Bagi Masyarakat : pembuatan alat ini dimaksudkan agar konsumen PT PLN (Persero) bisa menerima pemberitahuan batas *limit* pulsa sekaligus mengisi pulsa token dengan jarak yang jauh melalui fasilitas SMS
2. Bagi Pengguna : dengan adanya alat ini, pengguna dapat memonitoring pemakaian daya konsumen secara *real time*. Dengan memanfaatkan *data logging historical files* maka konsumsi daya oleh konsumen dapat disajikan dalam *database* untuk digunakan dalam proses audit energi.
3. Bagi Mahasiswa : alat ini berperan dalam pengembangan teknologi yang dapat berguna bagi masyarakat sehingga fungsi mahasiswa dalam tri darma perguruan tinggi dapat tercapai.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TEORI PENUNJANG

Pada bab ini menjelaskan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan tugas akhir. Beberapa teori yang akan dibahas diantaranya adalah mengenai KWH meter, Arduino, RTC, sensor tegangan, ACS712, *MMC shield*, *SD Card*, *I2C*, *LCD*, modem GSM dan *relay*.

2.1 KWH Meter

KWH-meter Prabayar merupakan KWH-meter digital yang menggunakan sistem prabayar. Dengan sistem prabayar, penyedia listrik menerima pembayaran di muka, begitu peralatan dipasang dan diload. KWH-meter digital dapat mengukur listrik dengan lebih presisi. Berikut gambar 2.1 KWH-meter Digital



Gambar 2.1 KWH-meter Digital

Menggunakan KWH-meter Prabayar memiliki batas listrik lebih nyata dan tidak terpengaruh oleh tipe beban, karena KWH-meter Prabayar mengukur daya aktif (watt). Penghitungan KWH-meter Prabayar sama saja dengan KWH-meter Analog karena telah melalui tahap standarisasi Tera (tidak lebih mahal) dan harga Rp/kWh Listrik sudah diatur dalam penyesuaian tarif tenaga listrik melalui Peraturan Menteri ESDM nomor 31 tahun 2014 tentang Tarif Tenaga Listrik yang

Disediakan oleh PT PLN (Persero). Yang akan menentukan hemat atau boros adalah 100 % perilaku penggunaan peralatan listrik oleh pelanggan.

2.2 Board Arduino Mega

Board Arduino Mega adalah sebuah sistem minimum bebasis mikrokontroler ATmega2560. Spesifikasi *board* Arduino berdasarkan *datasheet* adalah sebagai berikut :

1. Tegangan aktif 5V
2. Tegangan masukan 7-12V
3. Tegangan masukan (batas) 6-20V
4. Pin *Input/Output Digital* 54 (6 dapat digunakan sebagai PWM)
5. Pin *Input Analog* 16
6. Arus DC pin I/O 40 mA
7. Arus DC pada 3.3V 50 mA
8. *Flash Memory* 128 KB(ATmega328), 0,5 KB digunakan *bootloader*
9. SRAM 8 KB (ATmega328)
10. EEPROM 4 KB (ATmega328)
11. *Clock Speed* 16 MHz

Board ini terhitung lengkap karena telah dilengkapi *jack* DC dengan ukuran tegangan antara 6-20 V. Selain itu, *board* ini juga dilengkapi USB untuk komunikasi serial sehingga dapat dengan mudah dikoneksikan dengan PC. Bentuk fisik *board* Arduino seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Board Arduino Mega

2.3 Board Arduino Uno

Board Arduino Uno adalah sebuah sistem minimum berbasis mikrokontroler ATmega328. Spesifikasi *board* Arduino berdasarkan *datasheet* adalah sebagai berikut :

1. Tegangan aktif 5V
2. Tegangan masukan 7-12V
3. Tegangan masukan (batas) 6-20V
4. Pin *Input/Output Digital* 14 (6 dapat digunakan sebagai PWM)
5. Pin *Input Analog* 6
6. Arus DC pin I/O 40 mA
7. Arus DC pada 3.3V 50 mA
8. *Flash Memory* 32 KB(ATmega328), 0,5 KB digunakan *bootloader*
9. SRAM 2 KB (ATmega328)
10. EEPROM 1 KB (ATmega328)
11. *Clock Speed* 16 MHz

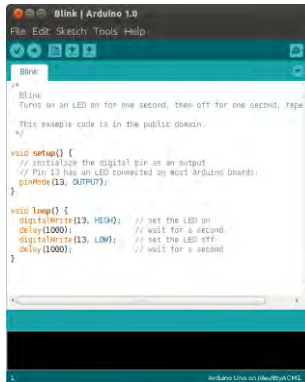
Board ini terhitung lengkap karena telah dilengkapi *jack* DC dengan ukuran tegangan antara 6-20 V. Selain itu, *board* ini juga dilengkapi USB untuk komunikasi serial sehingga dapat dengan mudah dikoneksikan dengan PC. Bentuk fisik *board* Arduino seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Board Arduino Uno

2.3.1 Arduino IDE

Board Arduino dapat di program menggunakan *software open source* bawaan Arduino IDE. Arduino IDE adalah sebuah aplikasi *cross-platform* yang berbasis Bahasa pemrograman *Processing* dan *Wiring*. Arduino IDE di desain untuk mempermudah pemrograman dengan adanya kode editor yang dilengkapi dengan *syntax highlighting*, *brace matching*, dan indentasi otomatis untuk kemudahan pembacaan program, serta dapat meng-*compile* dan meng-*upload* program ke *board* dalam satu klik. Jendela Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Jendela Arduino IDE

Selain membuat pemrograman Arduino lebih mudah. *Software* ini juga dilengkapi jendela untuk memonitor koneksi serial. Dengan contoh-contoh pemrograman yang dapat diakses secara baik *online* maupun *offline* sehingga memudahkan pengguna untuk mengakses referensi tentang pemrograman Arduino.

2.3.2 Analog to Digital Converter (ADC)

ADC adalah sebuah alat yang mengkonversi nilai tegangan menjadi nilai dalam nilai digital. Pengkonversian oleh ADC dilakukan dengan teknik sampling. Yaitu data yang masuk secara kontinyu hanya diambil dalam interval waktu tertentu. Sehingga ADC adalah salah satu alat yang mengkonversi sinyal analog kontinyu menjadi sinyal digital diskrit.

Penghitungan ADC dengan menggunakan arduino dapat menggunakan rumus berikut :

$$ADC = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times bit\ ADC$$

Keterangan:

ADC = Nilai digital dari tegangan yang terbaca

V_{in} = Nilai tegangan yang masuk pada pin ADC (Volt)

V_{ref} = Tegangan referensi yang digunakan rangkaian ADC (Volt)

bit ADC = Bit ADC yang digunakan biasanya 8-bit atau 10-bit

Pada *board* Arduino, ADC yang digunakan adalah ADC 10-bit sehingga memiliki range nilai antara 0-1023 dan range tegangan input antara 0-5 Volt. Apabila dihitung, setiap kenaikan 4.89 miliVolt nilai

ADC naik 1 tingkat. Sebagai catatan, nilai ADC selalu dalam bentuk bulat sehingga nilai ADC akan selalu dibulatkan ke atas, oleh karena itu ADC memiliki error sebesar $1/2^{\text{bit-resolusi}}$ dimana apabila menggunakan 10-bit errornya adalah $1/1023$ persen $\approx 0,0978$ persen.

2.4 Sensor arus ACS712 with OpAmp

Sensor Arus ACS712 (*DT-Sense Current Sensor with OpAmp*) merupakan suatu IC terpakat yang mana berguna untuk sensor arus menggantikan trafo arus yang relatif besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek hal lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik di sekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. *DT-Sense Current Sensor with OpAmp* merupakan suatu modul sensor arus yang menggunakan IC sensor arus linier berbasis *Hall-Effect* ACS712 produksi Allegro. *Hall-Effect* sebagai pengganti fungsi resistor *shunt* dan *current transformer* menjadi sebuah sensor dengan ukuran yang relatif jauh lebih kecil. Pengukuran arus biasanya membutuhkan sebuah resistor *shunt* yaitu resistor yang dihubungkan secara seri pada beban dan mengubah aliran arus menjadi tegangan. Tegangan tersebut biasanya diumpankan terlebih dahulu sebelum masuk ke rangkaian pengkondisi signal. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Pada modul ini telah ditambahkan rangkaian *OpAmp* yang berbasis TLC2272A sehingga sensitivitas pengukuran arus dapat lebih ditingkatkan dan dapat mengukur perubahan arus yang lebih kecil. Sensor ini dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi dibidang 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 *over current*, dan lain sebagainya. Penampakan sensor arus ACS712 seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Sensor Arus ACS712

Spesifikasi Sensor Arus ACS712 *OpAmp* :

1. *Rise time* output = 5 μ F
2. *Bandwidth* sampai dengan 80 kHz
3. Total kesalahan *output* 1,5% pada suhu kerja alat = 25C
4. Tahanan konduktor internal 1,2m ohm
5. Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8
6. Sensitivitas output 185mV/A
7. Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5A.
8. Tegangan output proposional terhadap *input* arus AC atau DC.
9. Tegangan kerja 5VDC.
10. Dilengkapi dengan *OpAmp* untuk menambah sensitivitas *output*.

ACS712 memiliki 4 pin sebagai catu daya dan keluaran. Pengalamanan pin ACS712 menuju pin Arduino dapat dilihat pada tabel 2.1.

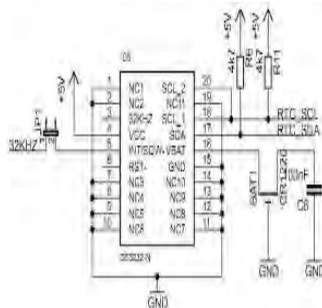
Tabel 2.1 Alokasi Pin Interface

Input	Nama	Fungsi
1	VCC	Tegangan input 5 VDC
2	<i>Out</i>	Tegangan keluaran sensor
3	<i>Out Amp</i>	Tegangan keluaran dari <i>OpAmp</i>
4	<i>Ground</i>	Titik refrensi <i>Ground</i>

2.5 Real-Time Clock (RTC)

RTC adalah sebuah rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai acuan waktu. Pada umumnya RTC digunakan pada alat elektronik yang membutuhkan akurasi waktu yang sesuai dengan waktu dunia. RTC berbeda dengan jam biasa karena RTC umumnya hanya dalam bentuk IC. Dalam penggunaannya, dengan adanya RTC sebuah sistem dapat fokus dengan tugas utamanya. Selain itu, RTC mempunyai sumber daya yang berbeda dari sistem. Sehingga ketika sistem dimatikan RTC masih berfungsi dan waktunya tidak akan berhenti atau *ter-reset* saat *restart*.

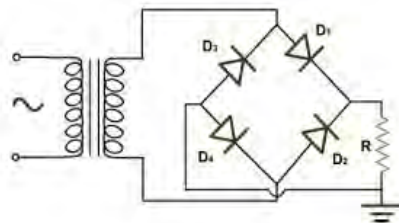
Data-data yang tersimpan pada IC DS3231 disimpan pada register 00H untuk detik, 01H untuk menit, 02H untuk jam, 03H untuk hari, 04H untuk tanggal, 05H untuk bulan, 06H untuk tahun, 07H untuk kontrol dan RAM 56x8 pada register 08H-3FH. *Register* tersebut bisa diakses oleh mikrokontroler melalui bus I2C. Skematik dari RTC dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Skematik RTC

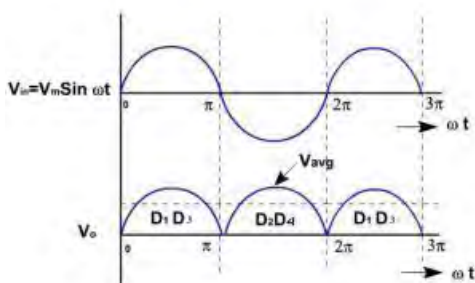
2.6 Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi besar tegangan yang melalui suatu peralatan listrik. Sensor tegangan menggunakan *transformator* dan rangkaian penyearah. Prinsip kerja dari sebuah *transformator* adalah ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*). Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder. Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 diode dan 2 diode. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 diode menggunakan *transformator non-CT* seperti terlihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat output *transformator* memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward bias* dan D2, D3 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output *transformator* memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *forward bias* dan D1, D2 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Grafik output dari penyearah gelombang penuh seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Grafik *Input* dan *Output* Gelombang Sinus Tegangan

2.7 MMC Shield

Mmc Shield adalah sebuah rangkaian yang digunakan untuk menyimpan data kedalam sebuah media. Pada alat ini media yang digunakan adalah *SD card*. Data yang akan disimpan adalah hasil pembacaan sensor yang telah diproses terlebih dahulu oleh Arduino sehingga nilai yang didapat akan disimpan dalam bentuk teks. Bentuk fisik *Mmc Shield* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Mmc Shield*.

2.8 SD Card

SD card adalah salah satu media penyimpanan yang berupa kartu memori *flash*. Yang dimaksud dengan kartu memori *flash* adalah kartu memori yang data yang ditulis didalamnya dapat tersimpan tanpa membutuhkan suplai listrik. Bentuk fisik *SD card* dapat dilihat pada gambar 2.10.



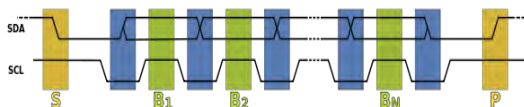
Gambar 2.10 Bentuk fisik *SD card*

Secara fisik, *SD card* dilengkapi dengan sebuah kunci. Kunci ini digunakan sebagai perlindungan akses isi dari *SD card*. Apabila dalam kondisi tidak terkunci, *SD card* dapat dilihat isinya maupun ditambahi isi baru. Sedangkan dalam posisi terkunci, *SD card* hanya bisa diakses untuk dilihat saja isinya.

Sebuah *SD card* didalamnya terdiri atas sebuah *chip* pengontrol dan modul penyimpanan. Modul penyimpanan berfungsi sebagai tempat dimana data disimpan. Ketika kita mem-format sebuah *SD card* sebuah *file system* akan ditulis pada bagian ini. Sedangkan *chip* pengontrol berfungsi sebagai penghubung antara modul penyimpanan dengan alat lain misalnya mikrokontroler dengan menggunakan *SD command*.

2.9 Inter Integrated Circuit (I2C)

Pengaksesan RTC dengan arduino menggunakan bus I2C. Pada bus ini mikrokontroler bertindak sebagai *master* dan RTC bertindak sebagai *slave*. Cara kerjanya adalah seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Diagram *Timing* komunikasi I2C

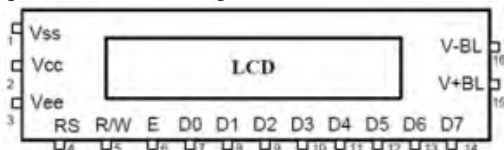
Penjelasan dari Gambar 2.11 adalah sebagai berikut ini :

1. Data *transfer* dimulai ketika SDA beralih ke logika 0 sedangkan SCL tetap pada logika 1.
2. Untuk mengirimkan bit SCL beralih ke logika 0 terlebih dahulu kemudian SDA diubah ke nilai bit yang diinginkan. Setelah itu, SCL diubah ke logika 1 untuk mengambil data bit yang dikirimkan.
3. Data *transfer* berhenti ketika SDA beralih ke logika 1 dan SCL juga pada logika 1.

2.10 Liquid Crystal Display

LCD (*Liquid Crystal Display*) bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Fungsi pin atau kaki-kaki yang terdapat pada LCD terlihat pada gambar 2.12. Modul LCD memiliki karakteristik:

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan
2. Terdapat 192 macam karakter
3. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter)
4. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit
5. Dibangun dengan *osilator local*
6. Satu sumber tegangan 5 Volt
7. Otomatis *reset* saat tegangan dihidupkan
8. Bekerja pada suhu 0 °C sampai 55 °C



Gambar 2.12 LCD

2.11 Miniature Circuit Breaker

MCB (Miniature Circuit Breaker) biasanya digunakan oleh pihak PLN untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman dalam suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubung singkat (konsleting) dan juga berfungsi sebagai pengaman beban lebih. MCB akan secara otomatis dengan segera memutuskan arus apabila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut. Arus nominal yang terdapat pada MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A dan lain sebagainya. Nominal MCB

ditentukan dari besarnya arus yang bisa ia hantarkan, satuan dari arus adalah Ampere. Jadi jika MCB dengan arus nominal 2 Ampere seperti pada gambar 2.13 maka hanya perlu ditulis dengan MCB 2A.



Gambar 2.13 MCB 2A

Kebanyakan pelanggan PLN di Indonesia saat ini masih menggunakan MCB 2 A, hal ini dikarenakan banyaknya pelanggan yang menggunakan daya 450VA (Volt Ampere). Pelanggan yang menggunakan daya 450VA akan menggunakan MCB dengan nominal 2A, dengan perhitungan tegangan di Indonesia adalah (standar rata-rata) 220 Volt jika kita ingin daya yang terpasang dirumah kita 450VA yang perlu kita lakukan hanyalah membagi 450 dengan 220, hasilnya akan 2,04 sehingga kita membutuhkan MCB dengan nominal 2 Ampere. MCB sendiri terdiri dari MCB 1 Phasa, 2 phasa dan 3 phasa. Pada dasarnya MCB 2 phasa adalah gabungan dari dua buah MCB 1 phasa, sedangkan MCB 3 phasa merupakan gabungan tiga buah dari MCB 1 phasa.

2.12 Modem GSM Maestro 100

GSM Maestro 100 seperti yang ditunjukkan gambar 2.14 adalah modem untuk kebutuhan server pulsa dan SMS *gateway*. Modem ini menggunakan chipset P2303, modem *type chipset* ini direkomendasikan untuk penggunaan SMS dan Dial karena sangat handal daya tahan penggunaan modem selama 24 jam. Berikut adalah karakteristik Modem Maestro 100 USB GSM dari pada hp/modem lain untuk SMS *Gateway*:

1. Mendukung AT *command* dan SMS *Gateway* dengan Gammu.
2. Gunakan *connection* = at115200 pada konfigurasi GAMMURC maupun SMSDRC nya.

3. Secara umum dapat digunakan bersama *software SMS Gateway (Now SMS dll)* dan juga untuk *software pulsa* lainnya.
4. Dapat digunakan untuk mengirim atau menerima *long SMS* (SMS dengan panjang karakter lebih dari 160 buah).
5. Modem Maestro M1306B P2303 USB GSM Melakukan transaksi jauh lebih cepat daripada hp biasa (2x – 5x lebih cepat).
6. Sanggup menangani volume transaksi yang besar
7. Sanggup menangani transaksi bertubi-tubi dalam waktu yang singkat
8. Lebih awet dan perawatannya lebih mudah
9. Lebih stabil dalam kerjanya
10. Mampu dijalankan terus menerus (24 jam nonstop)
11. Lebih tahan panas
12. Mendukung semua sistem operasi Windows (XP, Vista, 7) dan Linux



Gambar 2.14 Modem GSM Maestro 100

2.13 Relay HRS4H-S

Kontaktor adalah suatu alat yang sejenis saklar atau kontak yang bekerja dengan bantuan daya magnet listrik dan mampu melayani arus beban listrik yang relatif besar sesuai kapasitas kontaktor tersebut. Kerja dari kontaktor adalah membuka (*Normally Open*) dan menyambung (*Normally Close*) rangkaian listrik. Prinsip kerjanya adalah apabila kumparan (*coil*) mendapatkan tegangan listrik atau diberi arus, maka arus yang mengalir di dalam kumparan akan menghasilkan fluk yang mengalir dalam inti. Beda kutub yang terjadi antara jangkar dan inti besi mengakibatkan jangkar dan inti besi tarik menarik. Pada waktu jangkar tertarik oleh inti besi maka kontak akan beroperasi. Bila tegangan kumparan dilepas, makadaya magnet akan hilang dan jangkar akan kembali pada posisi semula karena dorongan pegas dan dengan sendirinya unit kontak juga kembali pada posisi normal baik

menghubung atau memutus. Kontaktor HRS4H-S seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Relay HRS4H-S

Kontaktor ini memiliki tegangan masukan 5 V DC dan bisa melakukan *switching* untuk tegangan hingga 240 V AC dengan arus sampai 15 A sesuai dengan yang tertulis pada *nameplate*-nya. Kontaktor ini termasuk kontaktor yang bisa mempertahankan keadaan sesuai input terakhir yang diberikan atau yang biasa disebut dengan *self holding*. Sesuai jumlah kaki input yang dimiliki oleh kontaktor ini yaitu sebanyak tiga buah (NO, NC dan *ground*) maka kontaktor ini termasuk *double coils latching*.

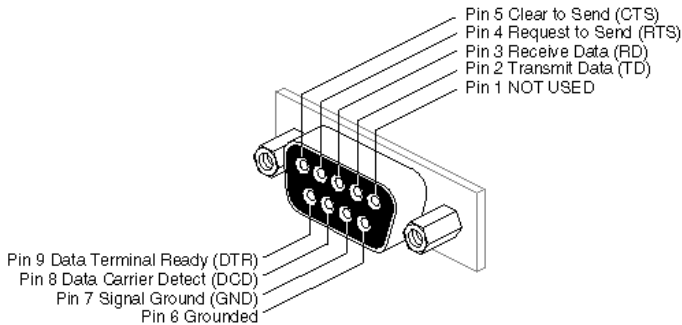
2.14 Komunikasi Serial

Pada prinsipnya, komunikasi serial ialah komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit, sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel seperti pada *port* printer yang mampu mengirim 8 bit sekaligus dalam sekali detak. Beberapa contoh komunikasi serial ialah *mouse*, *scanner* dan sistem akuisisi data yang terhubung ke *port* COM1/COM2. Komunikasi serial ada 2 macam, *asynchronous* serial dan *synchronous* serial :

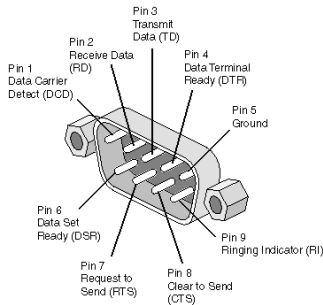
1. *Synchronous* serial adalah komunikasi dimana hanya ada satu pihak (pengirim dan penerima) yang menghasilkan *clock* dan mengirimkan *clock* tersebut bersama-sama dengan data. Contoh penggunaan *synchronous* serial terdapat pada transmisi data *keyboard*.
2. *Asynchronous* serial adalah komunikasi dimana kedua pihak (pengirim dan penerima) masing-masing menghasilkan *clock* namun hanya data yang ditransmisikan, tanpa *clock*. Agar data yang dikirim sama dengan data yang diterima, maka kedua frekuensi *clock* harus sama dan harus terdapat sinkronisasi. Setelah ada sinkronisasi, pengirim akan mengirimkan datanya sesuai dengan frekuensi *clock* penerima. Contoh penggunaan

asynchronous serial adalah pada *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) yang digunakan pada serial *port* (COM) komputer.

Komunikasi serial membutuhkan *port* sebagai saluran data. DB9 *Female Connector* dan DB9 *Male Connector* adalah yang umum digunakan sebagai *port* serial. Gambar DB9 *Female Connector* dan DB9 *Male Connector* bisa dilihat pada gambar 2.16 dan gambar 2.17.

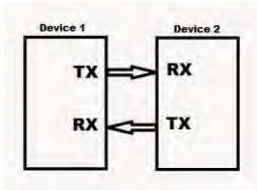


Gambar 2.16 DB9 *Female Connector*



Gambar 2.17 DB9 *Male Connector*

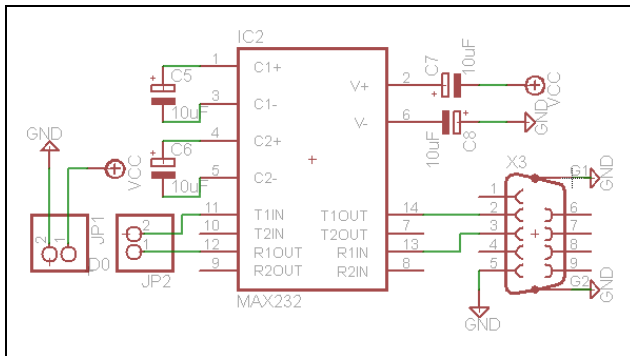
Contoh komunikasi serial yaitu dapat menghubungkan dua arduino misal : arduino uno dan arduino mega, dimana prinsipnya komunikasi serial ialah komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit melalui port rx tx dua arduino dengan pemasangan rx bertemu dengan tx seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Hubungan Komunikasi Serial

2.14.1 TTL to RS232

TTL to RS232 merupakan rangkaian serial yang digunakan untuk menghubungkan arduino dengan modem GSM atau PC. Sehingga tampilan data akan ditampilkan pada PC tidak melalui LCD. Keuntungan menggunakan komunikasi serial RS232 ini tidak dikhawatirkan panjang kabel yang digunakan, karena *port* serial mentransmisikan level tegangan -3 Volt sampai -25 Volt pada logikan “0”. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tegangan pada komunikasi serial memiliki amplitude 50 Volt. Berikut gambar 2.19 menunjukkan skematik rangkaian *TTL to RS232*.

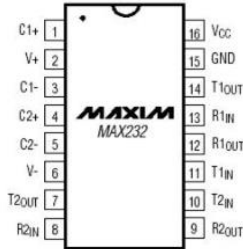


Gambar 2.19 Skematik Rangkaian *TTL to RS232*

2.14.2 IC MAX232

MAX232 merupakan salah satu jenis IC rangkaian antar muka *dual RS-232 transmitter/receiver* yang memenuhi semua spesifikasi standar EIA-232-E. IC MAX232 hanya membutuhkan *power supply* 5 Volt (*single power supply*) sebagai catu. IC MAX232 di sini berfungsi untuk merubah *level* tegangan pada COM1 menjadi *level* tegangan *TTL* /

CMOS. IC MAX232 terdiri atas tiga bagian yaitu *dual charge-pump voltage converter*, *driver RS232*, dan *receiver RS232*. Gambar konfigurasi Pin IC MAX232 bisa dilihat pada gambar 2.20



Gambar 2.20 Konfigurasi Pin IC MAX232

2.15 AT-Command

SMS adalah fasilitas yang dimiliki oleh jaringan GSM (*Global System for Mobile Communication*) yang memungkinkan untuk mengirimkan dan menerima pesan-pesan singkat. SMS ditangani oleh jaringan melalui suatu pusat layanan atau *SMS Service Center* yang berfungsi dan meneruskan pesan dari sisi pengirim ke sisi penerima. Di balik tampilan menu *message* pada sebuah modem, *phone* modem atau modul GSM sebenarnya terdapat *AT-Command* yang bertugas mengirim atau menerima data ke dan dari *SMS Centre*. *AT-Command* merupakan standar *command* yang digunakan oleh komputer untuk berkomunikasi dengan modem, *phone* modem atau modul GSM. *AT-Command* berasal dari kata "*Attention Command*". Dengan menggunakan *AT-Command*, dapat diperoleh informasi mengenai modul GSM, melakukan *setting* modul GSM, mengirim SMS dan menerima SMS (untuk GSM modul), dan sebagainya. Beberapa *AT-Command* yang berhubungan dengan SMS dapat dilihat pada tabel 2.2 dan juga spesifikasi *AT-Command* pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Beberapa *AT-Command*

<i>Command</i>	Fungsi
AT	Awalan untuk semua perintah, mengecek apakah modul GSM telah terhubung
AT+CREG?A"0.1"	Mengulang konfirmasi modem apakah terhubung untuk jaringan GSM
AT+CMGF=1	Format SMS berupa pesan teks
AT+CSCA="xxxx"	Untuk <i>setting</i> pusat pesan sesuai <i>provider</i> yang

<i>Command</i>	Fungsi
	digunakan
AT+CMGS	Instruksi untuk mengirim pesan
AT+CMGR	Instruksi untuk membaca pesan pada indeks tertentu
AT+CNMI	Instruksi untuk mengeset modem bila ada SMS masuk secara otomatis
AT+CMGD	Instruksi untuk menghapus pesan SMS yang di memori modul GSM
AT+CMGL	Membuka semua daftar SMS yang ada pada <i>SIM Card</i>
AT+CPMS	Instruksi untuk pemilihan target memori
AT+CSMS	Instruksi untuk pemilihan layanan pesan

Tabel 2.3 Spesifikasi *AT-Command* pada *Hyperterminal*

Parameter Port	Nilai
<i>Bits per second</i>	9600
<i>Data bits</i>	8
<i>Parity</i>	<i>None</i>
<i>Stop bits</i>	1
<i>Flow control</i>	<i>None</i>

2.16 *Visual Studio*

Bahasa *Studio* pada dasarnya adalah bahasa yang mudah dimengerti sehingga pemrograman di dalam bahasa pemrograman ini dapat dengan mudah dilakukan meskipun oleh orang yang baru belajar membuat program. Hal ini lebih mudah lagi setelah hadirnya *Microsoft Visual Studio* yang dibangun dari ide untuk membuat bahasa yang sederhana dan mudah dalam pembuatan *script*-nya (*simple scripting language*) untuk *graphicuser interface* yang dikembangkan dalam sistem operasi *Microsoft Windows*.

Visual Studio merupakan bahasa pemrograman yang sangat mudah dipelajari, dengan teknik pemrograman *visual* yang memungkinkan penggunaanya untuk berkreasi lebih baik dalam menghasilkan suatu program aplikasi. Ini terlihat dari dasar pembuatan dalam *Visual Studio* adalah *form*, dimana pengguna dapat mengatur tampilan *form* kemudian dijalankan dalam *script* yang mudah.

Halaman ini sengaja dikosongkan

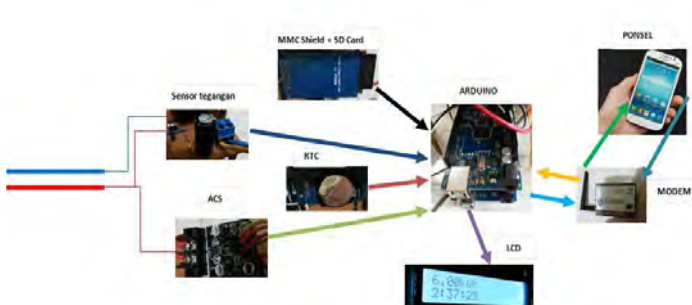
BAB III PERENCANAAN ALAT

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan pembuatan “Purwarupa KWH Meter Digital yang dilengkapi *Data Logger* sebagai Alat Bantu melakukan Audit Energi”, baik perancangan perangkat elektronika (*hardware*), perancangan dan pembuatan perangkat lunak (*software*) yang meliputi :

1. Perancangan *Hardware* : bagian-bagian *hardware* tersebut meliputi perencanaan sensor tegangan, perencanaan *relay*, dan perencanaan *TTL to RS232 Serial*.
2. Perancangan *software* : perancangan perangkat lunak (*software*) yang digunakan yaitu dengan menggunakan program Arduino IDE, untuk pengecekan modem menggunakan *hyperterminal* dan untuk pengolahan data *SD Card* menggunakan *Visual Studio*

3.1 Perancangan Sistem Keseluruhan

Perencanaan Tugas Akhir S-Meter ini adalah sistem kerja alat secara keseluruhan yaitu pertama arus dikonversi oleh ACS712, tegangan dikonversi oleh sensor tegangan. Kemudian tegangan *output* dibaca oleh bagian ADC Arduino dan disimpan dalam bentuk variabel data sensor. Setelah pembacaan sensor selesai. Arduino mengambil data dari RTC yang berupa data waktu. Setelah mengubah data waktu tersebut kedalam teks, ditambahkan juga data sensor untuk kemudian disimpan pada *SD card* dalam bentuk teks *Excel*. Perencanaan dapat dilihat seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Fungsional Alat

3.2 Perancangan Mekanik

Perencanaan Tugas Akhir S-Meter ini mekanik berupa purwarupa S-Meter yang di pasang di *miniature apartment* sebagai alat ukur pemakaian energi listrik selaku pelanggan khusus PT. PLN (Persero). Pemodelan *apartemen* ini terdiri dari 3 gedung bertingkat dan satu bangunan pos satpam yang berbahan dasar kayu, yaitu gedung utama, gedung merah dan gedung abu-abu.

Alat Tugas Akhir diletakkan di *miniature apartment* dapat dilihat pada gambar 3.2

Keterangan warna :

Hijau	: LCD 16x2	
Merah	: Gedung Utama	:
Merah	: Gedung A	
Abu-abu	: Gedung B	
Putih Bening	: Pos Satpam	



Gambar 3.2 Miniatur *Apartemen*

3.3 Perancangan *Hardware*

Perencanaan Tugas Akhir S-Meter ini *hardware* yang dibahas terdiri dari rangkaian sensor arus ACS712 *with OpAmp*, perencanaan rangkaian sensor tegangan, modul I2C, perancangan *relay*, rangkaian arduino mega, rangkaian arduino uno, Modem GSM *Transmitter*,

Modem GSM Receiver dan *SD card*. Tampilan perencanaan *hardware* S-Meter seperti yang terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 S-Meter

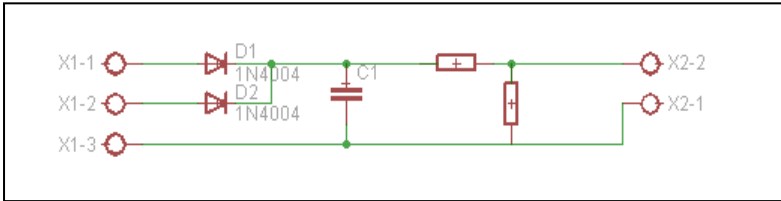
3.3.1 Perencanaan Sensor Tegangan

Perencanaan Tugas Akhir ini menggunakan sensor tegangan, yang digunakan untuk mendeteksi besar tegangan yang melalui suatu peralatan listrik. Sensor tegangan menggunakan *transformator stepdown* untuk menurunkan nilai tegangan kerja yang digunakan.

Karena tegangan rendah yang terdapat pada *transformator stepdown* 350mA senilai 9V dan nilai ini terlalu besar untuk dibaca pada arduino setelah tegangan diturunkan dengan diberi rangkaian pembagi tegangan yang terdiri dari resistor *variable* dengan besar resistansi 3k3 Ω dan 10k Ω sehingga tegangan maksimal yang tadiya 9V dapat diatur menjadi 2,23V. Tujuannya agar bisa menghasilkan tegangan dibawah 5V sesuai tegangan maksimal yang bisa diproses oleh arduino.

Untuk menyearahkan tegangan yang akan dikirim pada arduino digunakan dioda 1 Ampere agar hasil penyearahan tegangan lebih sempurna. Sebelum data tegangan dikirim ke arduino, *output* dari dioda diberi kapasitor untuk mengurangi *ripple* yang terjadi. Nilai kapasitor

yang digunakan adalah 470 μ F. Skema rangkaian sensor tegangan ditunjukkan oleh gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skematik Sensor Tegangan

Sensor tegangan tersebut dirancang dengan menggunakan prinsip pembagian tegangan dari tegangan sekunder pada trafo *stepdown* 350mA. Adapun persamaan yang digunakan seperti pada persamaan 3.1 berikut.

$$V2 = \frac{R2}{R1+R2} \times V1 \dots\dots\dots (3.1)$$

$$R2 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$R1 = 3\text{K}3 \Omega$$

V2= Tegangan *output* dari Sensor (V)

V1= Tegangan sekunder dari transformator *stepdown* (V)

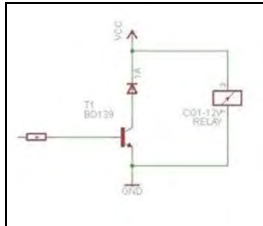
Sehingga didapat V2 :

$$V2 = \frac{3300 \Omega}{10.000+3300 \Omega} \times 8,39 \text{ Volt}$$

$$V2 = 2,08 \text{ Volt.}$$

3.3.2 Perencanaan Relay

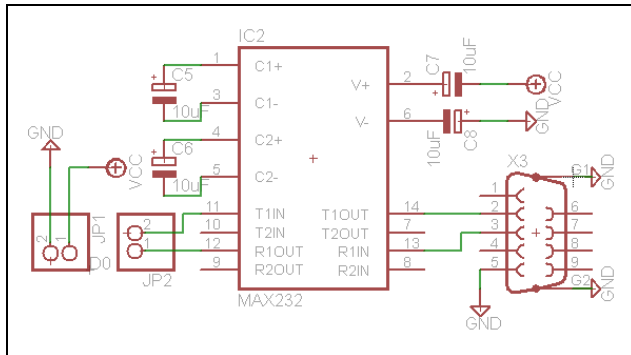
Perencanaan Tugas Akhir ini menggunakan *relay* HRS4H-S. *Relay* ini memiliki tegangan masukan 5 V DC dan bisa melakukan *switching* untuk tegangan hingga 240 V AC dengan arus sampai 15 A sesuai dengan yang tertulis pada *nameplate*-nya. Perencanaan *relay* ini menggunakan resistor 1K, dioda IN4002 (1A), dan transistor BD139 sepertiditunjukkanpada gambar 3.5



Gambar 3.5 Perencanaan Relay

3.3.3 Perencanaan *TTL to RS232 Serial*

Perencanaan komunikasi serial Arduino dengan modem GSM pada Tugas Akhir ini menggunakan rangkaian *TTL to RS232 serial* dengan komponen IC MAX232, kapasitor dan *port db9* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6.



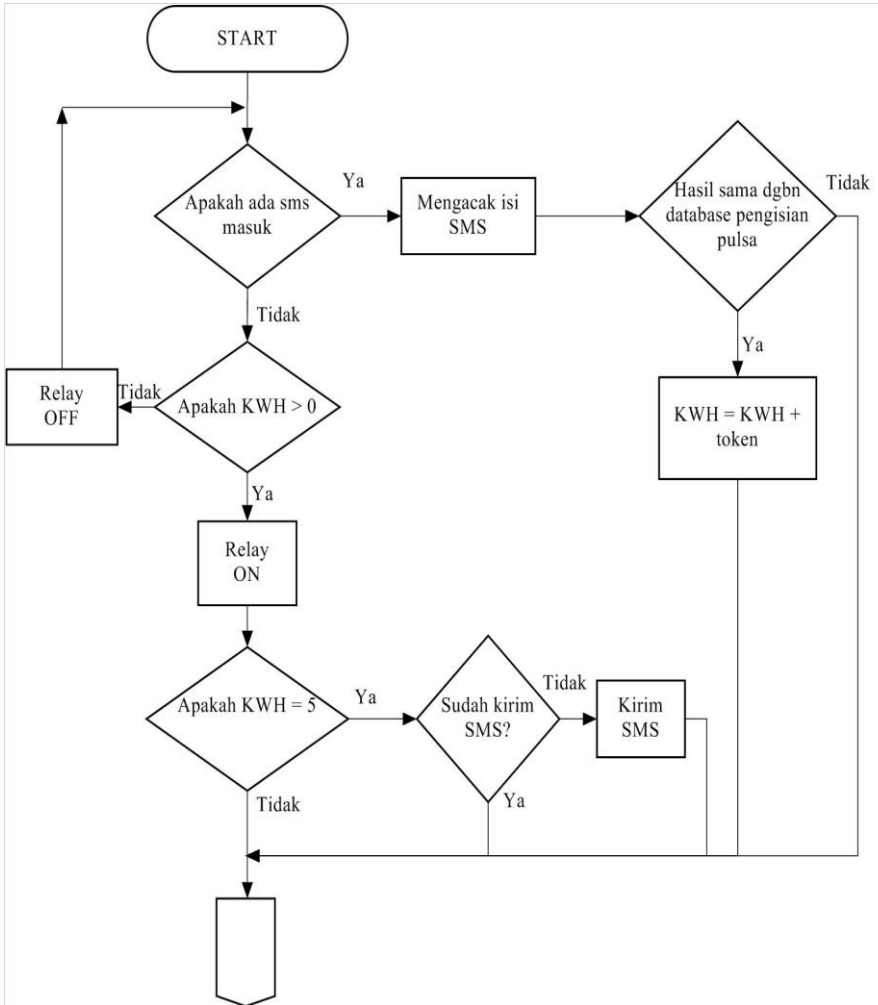
Gambar 3.6 Perencanaan *TTL to RS232 Serial*

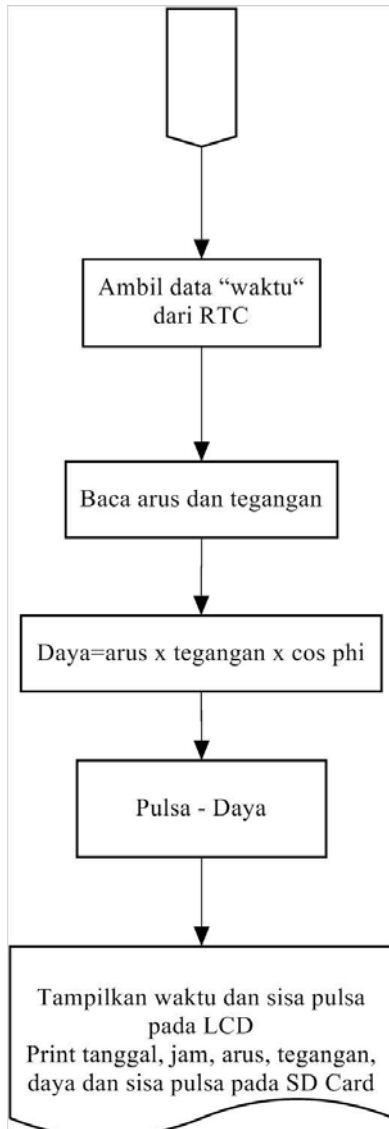
3.4 Perancangan *Software*

Perancangan *software* perancangan perangkat lunak (*software*) yang digunakan yaitu dengan menggunakan program Arduino IDE, untuk pengecekan modem menggunakan *hyperterminal* dan untuk pengolahan data *SD Card* menggunakan *Visual Studio*

3.4.1 Perencanaan Sistem secara Keseluruhan

Dalam perencanaan sistem pada hardware dalam pembuatan alat ini difungsikan untuk memrogram Arduino menggunakan Arduino IDE. Pemrograman dibuat dengan menyesuaikan alur *flowchart* pada gambar 3.7.





Gambar 3.7 *Flowchart* Keseluruhan Alat

3.4.2 Pemrograman RTC

Pemrograman RTC menggunakan *software* Arduino IDE. Pada *software* Arduino IDE disediakan *library* khusus perintah RTC yaitu *library* Time.h dan DS3231.h sedangkan untuk komunikasi dengan RTC.

Inisiasi Program RTC pada Arduino adalah seperti berikut :

```
#include <Wire.h>
#include "ds3231.h"
#include "RTC_ds3231.h"
#define BUFF_MAX 128
uint8_t time[8];
char recv[BUFF_MAX];
unsigned int recv_size = 0;
unsigned long prev, interval = 1000;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Wire.begin();
    DS3231_init(DS3231_INTCN);
    memset(recv, 0, BUFF_MAX);
    Serial.println("GET time");
    Serial.println("Setting time");
    parse_cmd("T002216026042015",16);
}
```

Program diatas adalah untuk mengakses RTC. Sedangkan untuk mengambil data pada RTC dimasukkan ke program *looping* agar bisa diakses berulang-ulang. Berikut ini adalah program untuk memanggil data RTC :

```
void loop() {
    char in;
    char buff[BUFF_MAX];
    unsigned long now = millis();
    struct ts t;
    if ((now - prev > interval) && (Serial.available() <= 0)) {
        DS3231_get(&t);
```

```

#ifdef CONFIG_UNIXTIME
    snprintf(buff,          BUFF_MAX,          "%d.%02d.%02d
    %02d:%02d:%02d %ld", t.year, t.mon, t.mday, t.hour, t.min,
    t.sec, t.unixtime);

#else
    snprintf(buff,          BUFF_MAX,          "%d.%02d.%02d
    %02d:%02d:%02d", t.year, t.mon, t.mday, t.hour, t.min, t.sec);
#endif
    Serial.println(buff);
    prev = now;
    } delay(1000)
}
void parse_cmd(char *cmd, int cmdsize) {
    uint8_t i;
    uint8_t reg_val;
    char buff[BUFF_MAX];
    struct ts t;
    if (cmd[0] == 84 && cmdsize == 16) {
        t.sec = inp2toi(cmd, 1);
        t.min = inp2toi(cmd, 3);
        t.hour = inp2toi(cmd, 5);
        t.wday = inp2toi(cmd, 7);
        t.mday = inp2toi(cmd, 8);
        t.mon = inp2toi(cmd, 10);
        t.year = inp2toi(cmd, 12) * 100 + inp2toi(cmd, 14);
        DS3231_set(t);
        Serial.println("OK");
    } else {
        Serial.print("unknown command prefix ");
        Serial.println(cmd[0]);
        Serial.println(cmd[0], DEC);
    }
}
}

```

Program tersebut digunakan untuk mengambil data pada *register-register* yang berisikan data detik, menit, jam, tanggal, bulan, dan tahun.

3.4.3 Pemrograman *Data Logger*

Pemrograman *data logger* juga menggunakan pemrograman Arduino IDE. Komunikasi *data logger* berbeda dengan komunikasi dengan RTC yaitu menggunakan SPI. Lebih jelasnya menggunakan pin MISO, MOSI, SCK, dan CS. Pada rancangan hardware pin CS terletak pada pin I/O digital 4. Pin tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk mengaktifkan komunikasi dengan *slave*.

Berikut ini pemrograman inisiasi *data logger* menggunakan Arduino IDE :

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
const int chipSelect = 4;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(10, OUTPUT);
  if (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    return;
  }
  Serial.println("card initialized.");
}
```

Program di atas digunakan untuk inisiasi *SD card* pada *data logger* menggunakan Arduino. Untuk membuat *file* dan menulisnya diperlukan pemrograman lebih lanjut pada program utamanya.

Pembuatan program membuat *file* dan mengisinya adalah sebagai berikut ini :

```
void loop() {
  String tanggal = String (t.mday) + "-" + String (t.mon) + "-"
+ String (t.year);
  String waktu = String (t.hour) + ":" + String (t.min) + ":" +
String (t.sec);
```

```

String dataString = String (tanggal) + ", " + String (waktu)
+ ", " + String (arus,2);
File dataFile = SD.open("datalog.csv", FILE_WRITE);
if (dataFile) {
Serial.println("SD Card terbaca ");
dataFile.println(dataString);
dataFile.close();
}
else {
Serial.println("error opening datalog.csv");
}
}

```

Program tersebut digunakan untuk menulis dataString pada *file* "datalog.csv". Setiap pengaksesan *SD card* dimulai dengan perintah `SD.open()`; untuk menulis data yang tersimpan dalam memori pada *file* menggunakan `dataFile.print ()`;

3.4.4 Pemrograman Sensor ACS712

sensitivity = 0,185 V/A

$$\text{count} = \frac{1024}{V_{CC}} \times V_{in}$$

$$V_{in} = 2,360 \text{ V}$$

$$\text{count} = \frac{1024}{V_{CC}} \times (2,36 + (0,185 \times I))$$

$$\text{count} = \frac{1024}{5} \times (2,36 + (0,185 \times I))$$

$$\text{count} = 204,8 \times (2,36 + (0,185 \times I))$$

$$\text{count} = 483,328 + (37,88 \times I)$$

$$37,88 \times I = \text{count} - 483,328$$

$$I = \frac{\text{count} - 483,328}{37,88}$$

$$I = \frac{1}{37,88} (\text{count} - 483,328)$$

$$I = 0,0264 (\text{count} - 483,328)$$

Untuk pemrograman sensor ACS712 tidak memerlukan *library* khusus sehingga kita hanya perlu memanggil fungsinya saja. Caranya adalah seperti berikut ini :

```
double arus;  
int analogIn = A0;  
RawValue = analogRead(analogIn);  
arus = (RawValue-482)*0.0264;  
Serial.print("Arus: ");  
Serial.println(arus);  
delay(1000);
```

Program diatas akan mengambil data ADC pada pin analog 0 dan menyimpan data tersebut pada variabel “adc”. Variabel tersebut dapat diproses lebih lanjut menggunakan operator matematik karena tipenya angka.

3.4.5 Pemograman Sensor Tegangan

Untuk pemrograman sensor tegangan tidak memerlukan *library* khusus sehingga kita hanya perlu memanggil fungsinya saja. Berikut ini pemrograman inisiasi sensor tegangan menggunakan Arduino IDE :

```
int sensorV = analogRead(A1);  
double tegangan = sensorV*(5/1023.0*97.5);  
Serial.print("tegangan: ");  
Serial.println(sensorV);  
delay(1000);
```

3.4.6 Pemograman Modem GSM untuk mengirim dan menerima SMS

Pemrograman modem GSM menggunakan *software* Arduino IDE. Pada *software* Arduino IDE disediakan *library* khusus perintah modem GSM yaitu *library* SerialGSM.h dan *Software* Serial.h sedangkan untuk komunikasi dengan modem GSM .

Inisiasi Program Modem GSM pada Arduino adalah seperti berikut :

```
#include <avr/wdt.h>  
#include <SerialGSM.h>  
#include <Software Serial.h>
```

```

Software Serial mySerial(10,11); // RX, TX
SerialGSM cell(2,3);
boolean sendonce=true;
char number[]="+6285748433063";
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  cell.begin(9600);
  cell.Verbose(true);
  cell.FwdSMS2Serial();
  cell.Rcpt(number);
  cell.Message("mulai");
  cell.SendSMS();
  cell.DeleteAllSMS();
  Serial.println("Ready");
}

```

Program diatas adalah untuk inisiasi modem GSM. Sedangkan untuk menerima sms dan menerima sms dari pengirim ke modem GSM dimasukkan ke program *looping* agar bisa diakses berulang-ulang. Berikut ini adalah program untuk menerima sms dari pengirim ke modem GSM:

```

void loop(){
  if (cell.ReceiveSMS())
  {
    mySerial.write('z');
    String sender = cell.Sender();
    String message = cell.Message();
    cell.Rcpt(number);
    cell.Message("pulsa berhasil ditambahkan");
    cell.SendSMS();
    Serial.println(message);
    cell.DeleteAllSMS();
    delay(2000); Serial.println(message);
    cell.Rcpt(number);
    cell.Message("bismillah 112");
  }
}

```



```

        cell.SendSMS();
        cell.DeleteAllSMS();
    }
}

```

3.4.7 Pemrograman Modem GSM untuk menerima SMS

Untuk pemrograman modem GSM menerima SMS menggunakan arduino uno kita hanya perlu memanggil fungsinya saja. Caranya adalah seperti berikut ini :

```

void sms()
{
    if(Serial.available() > 0)
    {
        char inChar = Serial.read();
        if (inChar == 'z');
        {
            pulsa = pulsa+5;
        }
        Serial.println(inChar);
    }
}

```

3.4.8 Pemrograman *Inter Integrated Circuit (I2C)*

Pemrograman modem I2C menggunakan *software* Arduino IDE. Pada *software* Arduino IDE disediakan *library* khusus perintah modem I2C yaitu *library* Wire.h dan LiquidCrystal_I2C.h

Inisiasi Program Modem GSM pada Arduino adalah seperti berikut :

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE)
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin(16,2);
    lcd.clear();
}

```

Program diatas adalah untuk mengakses I2C. Sedangkan untuk program *looping* agar bisa diakses berulang-ulang. Berikut ini adalah program untuk memanggil data I2C :

```
void loop()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Fajar Wahyu");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Najmi Fushila");
  delay(1000);
}
```

3.4.9 Visual Studio

Perancangan perangkat lunak ini menggunakan *software visual studio* yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor arus dan tegangan yang dikalikan menghasilkan daya konsumsi pelanggan. *Visual Studio* selain disebut sebagai bahasa pemrograman (*language program*), juga sering disebut sebagai sarana (*tool*) untuk menghasilkan program-program aplikasi berbasis Windows. Secara umum ada beberapa manfaat yang di peroleh dari pemakaian program *visual studio*, diantaranya :

1. Dipakai dalam membuat program aplikasi berbasis Windows.
2. Dipakai dalam membuat obyek-obyek pembantu program, seperti fasilitas *Help*, *Kontrol ActiveX*. Aplikasi internet dan sebagainya.
3. Digunakan untuk menguji program (*Debugging*) dan menghasilkan program akhir *EXE* yang bersifat *Executable* atau dapat langsung di jalankan.

Tampilan awal ketika membuka aplikasi pengolahan data konsumsi pelanggan S-Meter seperti yang terlihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.8 Tampilan *Login Visual Studio*

Berikut ini pemrograman inisiasi *visua studio* :

```
Public Class frmLogin
```

```
    Private Sub btnLogin_Click(ByVal sender As System.Object,
    ByVal e As System.EventArgs) Handles btnLogin.Click
        If txtUser.Text = "fajar" And txtPass.Text = "najmi" Then
            frmData.ShowDialog()
        Else : MsgBox("Password salah!", vbCritical, "Kesalahan")
        End If
        Me.Close()
    End Sub
End Class
```

```
Public Class frmData
```

```
    Private Sub btnBaca_Click(ByVal sender As System.Object,
    ByVal e As System.EventArgs) Handles btnBaca.Click
        DataGridView1.Rows.Clear()
        For Each line As String In
            System.IO.File.ReadAllLines("D:\coba.csv")
            DataGridView1.Rows.Add(line.Split(", "))
        Next
    End Sub
End Class
```

```
Next
End Sub
```

```
Private Sub btnExit_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles btnExit.Click
    If MsgBox("Yakin keluar aplikasi?", vbQuestion +
vbOKCancel, "Konfirmasi") = vbOK Then
        Me.Close()
        frmLogin.Close()
    Else : Me.Show()
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
    If TextBox2.Text.ToString <> "" And
TextBox1.Text.ToString() = "" Then
        DataGridView1.Rows.Clear()
        For Each line As String In
System.IO.File.ReadAllLines("D:\coba.csv")
            Dim splits = line.Split(",")
            If TextBox2.Text.ToString = splits(0).ToString() Then
                DataGridView1.Rows.Add(line.Split(","))
            End If
        Next
    End If
```

```
Next
End If

If TextBox1.Text.ToString() <> "" And
TextBox2.Text.ToString = "" Then
    DataGridView1.Rows.Clear()
    For Each line As String In
System.IO.File.ReadAllLines("D:\coba.csv")
        Dim splits = line.Split(",")
        If TextBox1.Text.ToString() = splits(1).ToString()
Then
            DataGridView1.Rows.Add(line.Split(","))
        End If
    Next
```

```

End If

If TextBox1.Text.ToString() <> "" And
TextBox2.Text.ToString() <> "" Then
    DataGridView1.Rows.Clear()
    For Each line As String In
System.IO.File.ReadAllLines("D:\coba.csv")
        Dim splits = line.Split(",")
        If TextBox1.Text.ToString() = splits(1).ToString() And
TextBox2.Text.ToString() = splits(0).ToString() Then
            DataGridView1.Rows.Add(line.Split(","))
        End If
    Next
End If

If TextBox1.Text.ToString = "" And
TextBox2.Text.ToString = "" Then
    MsgBox("Tanggal atau jam harus di isi", vbCritical,
"Kesalahan")
End If
End Sub

Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles Button2.Click
    DataGridView1.Sort(DataGridView1.Columns(4),
System.ComponentModel.ListSortDirection.Ascending)
End Sub
End Class

```

BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISA DATA

Pada Tugas Akhir ini untuk mengetahui kinerja dari peralatan dan pembuatan sistem yang telah dirancang dan direncanakan sedemikian rupa pada BAB III maka diperlukan pengujian dan analisa dari setiap komponen pendukung yang dibuat agar sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian dan analisa pada *hardware* dan *software* yang telah dibuat. Adapun bagian-bagian yang akan diuji pada alat ini adalah :

1. Sumber Tegangan pada Arduino
2. *Input/Output* Arduino
3. Pembacaan RTC
4. Pembacaan ACS712
5. Pembacaan Sensor Tegangan
6. *Memory SD card*
7. Perhitungan Rumus S-Meter
8. Pengujian Pulsa S-Meter
9. Pengujian *Visual Studio*
10. Pengujian Modem GSM
11. Uji Alat secara Keseluruhan

4.1 Pengujian Sumber Tegangan pada Arduino

4.1.1 Pengujian *Power Supply* pada Arduino

Pengujian ini dilakukan pada *power supply* yang akan di sambungkan pada *board* Arduino. Pengujian ini menggunakan multimeter “masda” yang bertujuan untuk menguji apakah tegangan sumber yang akan digunakan sudah sesuai dengan keperluan. Data yang didapat adalah seperti pada tabel 4.1.

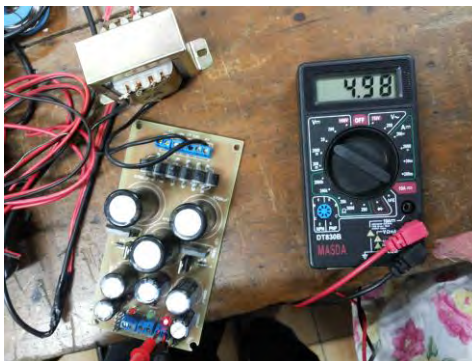
Tabel 4.1 Tabel pengujian *power supply*

Vin	Vout
6 Volt	4,98 Volt

Dari tabel 4.1 didapat bahwa tegangan *output* pada pin 5V dengan menggunakan tegangan *input* 6 Volt *power supply* yang berasal dari trafo *ste down* adalah 4,98 Volt. Nilai ini termasuk dalam *range* kerja mikrokontroler atmega328 dan atmega2560 yaitu 3,3 - 5,5 Volt.

Sehingga tegangan *power supply* masih dalam ambang batas dan layak untuk digunakan.

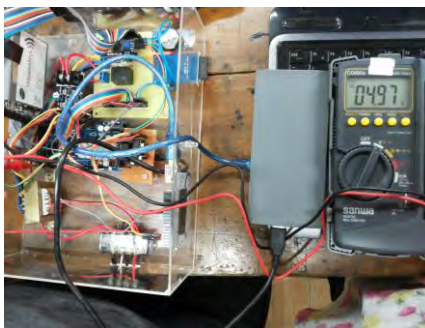
Tetapi meskipun tegangan *output power supply* lebih bagus daripada *powerbank* dan *PC*, di dalam tugas akhir ini kami menggunakan *powerbank* karena S-Meter harus selalu dalam keadaan menyala meskipun sumber dari PT.PLN (Persero) mati.



Gambar 4.1 Pengujian pada *Power Supply*

4.1.2 Pengujian *Powerbank* pada Arduino

Pengujian ini dilakukan pada *powerbank* yang akan di sambungkan pada *board* Arduino, seperti yang terlihat pada gambar 4.2. Pengujian ini menggunakan multimeter “SANWA” yang bertujuan untuk menguji apakah tegangan sumber yang akan digunakan sudah sesuai dengan keperluan. Data yang didapat adalah seperti pada tabel 4.2 dan table 4.3.



Gambar 4.2 Pengujian *Powerbank*

Tabel 4.2 Tabel Pengujian *Powerbank* Samsung

Iout	Vout
1 Ampere	4,9 Volt
2,1 Ampere	4,89 Volt

Tabel 4.3 Tabel Pengujian *Powerbank* Hame

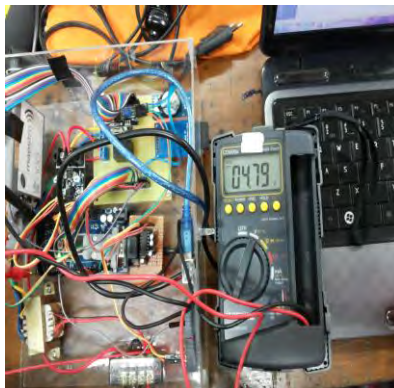
Iout	Vout
2 Ampere	4,97 Volt

Dari tabel 4.2 dan 4,3 dapat bahwa tegangan *output* pada pin *powerbank* yang adalah 4,9 Volt ; 4,89 Volt ; 4,97Volt. Nilai ini termasuk dalam *range* kerja mikrokontroler atmega328 dan atmega 2560 yaitu 3,3 - 5,5 Volt. Sehingga tegangan *powerbank* masih dalam ambang batas dan layak untuk digunakan.

Sehingga pada tugas akhir ini kami menggunakan *powerbank* agar sistem lebih aman ketika terjadi pemadaman dari PT.PLN (Persero) maka S-Meter tetap menyala dan bekerja sesuai keadaan tanpa beban maupun berbeban.

4.1.3 Pengujian PC pada Arduino

Pengujian ini dilakukan pada *board* Arduino yang menggunakan catu daya dari PC seperti yang terlihat pada gambar 4.3. Pengujian ini menggunakan multimeter “sanwa” yang bertujuan untuk menguji apakah tegangan sumber yang akan digunakan sudah sesuai dengan keperluan.



Gambar 4.3 Pengujian *board* Arduino dengan PC

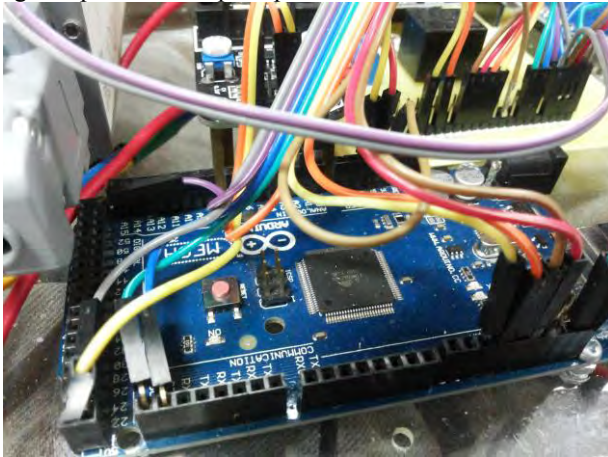
Pada pengujian ini didapat bahwa tegangan *output* adalah 4,79 Volt. Nilai ini termasuk dalam *range* kerja mikrokontroler atmega328 dan atmega2560 yaitu 3,3 - 5,5 Volt. Sehingga tegangan *power supply* masih dalam ambang batas dan layak untuk digunakan.

4.2 Pengujian *Input/Output* Arduino

Pengujian ini dilakukan terhadap *board* Arduino Mega dan *board* Arduino Uno untuk mengetahui bahwa kondisi Arduino Uno dan Arduino Mega dapat digunakan dengan baik untuk Tugas Akhir ini.

4.2.1 Pengujian *Input/Output* Arduino Mega

Pengujian ini dilakukan terhadap *board* Arduino Mega. Pengujian dilakukan pada 54 pin digital Arduino Mega dengan cara mengeset outputnya pada logika 1 dan 0 kemudian memeriksa besar keluaran tegangan pada setiap pin seperti ditunjukkan pada gambar 4.4. Data yang didapat adalah seperti pada tabel 4.4.



Gambar 4.4 Pengujian Arduino Mega

Tabel 4.4 Tabel Pengujian I/O Arduino Mega

Nomer Pin	Logic	Tegangan Terukur (V)	Logic	Tegangan Terukur (V)
0	1	4.86	0	0.00
1	1	4.86	0	0.00

Nomer Pin	Logic	Tegangan Terukur (V)	Logic	Tegangan Terukur (V)
2	1	4.86	0	0.00
3	1	4.86	0	0.00
4	1	4.86	0	0.00
5	1	4.86	0	0.00
6	1	4.85	0	0.00
7	1	4.93	0	0.00
8	1	4.84	0	0.00
9	1	4.85	0	0.00
10	1	4.85	0	0.00
11	1	4.85	0	0.00
12	1	4.85	0	0.00
13	1	4.85	0	0.02
14	1	4.86	0	0.00
15	1	4.86	0	0.00
16	1	4.67	0	0.00
17	1	4.67	0	0.00
18	1	4.68	0	0.00
19	1	4.68	0	0.00
20	1	4.82	0	0.00
21	1	4.82	0	0.00
22	1	4.86	0	0.00
23	1	4.86	0	0.00
24	1	4.68	0	0.00
25	1	4.68	0	0.00
26	1	4.68	0	0.00
27	1	4.68	0	0.00
28	1	4.68	0	0.00
29	1	4.68	0	0.00
30	1	4.68	0	0.00
31	1	4.68	0	0.00
32	1	4.68	0	0.00
33	1	4.68	0	0.00
34	1	4.68	0	0.00
35	1	4.68	0	0.00

Nomer Pin	Logic	Tegangan Terukur (V)	Logic	Tegangan Terukur (V)
36	1	4.68	0	0.00
37	1	4.68	0	0.00
38	1	4.68	0	0.00
39	1	4.68	0	0.00
40	1	4.68	0	0.00
41	1	4.68	0	0.00
42	1	4.68	0	0.00
43	1	4.68	0	0.00
44	1	4.68	0	0.00
45	1	4.68	0	0.00
46	1	4.68	0	0.00
47	1	4.68	0	0.00
48	1	4.68	0	0.00
49	1	4.68	0	0.00
50	1	4.68	0	0.00
51	1	4.68	0	0.00
52	1	4.68	0	0.00
53	1	4.67	0	0.00

Dengan pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *board* Arduino tersebut layak dipakai karena bersesuaian dengan *datasheet* yang terlampir.

4.2.2 Pengujian *Input/Output* Arduino Uno

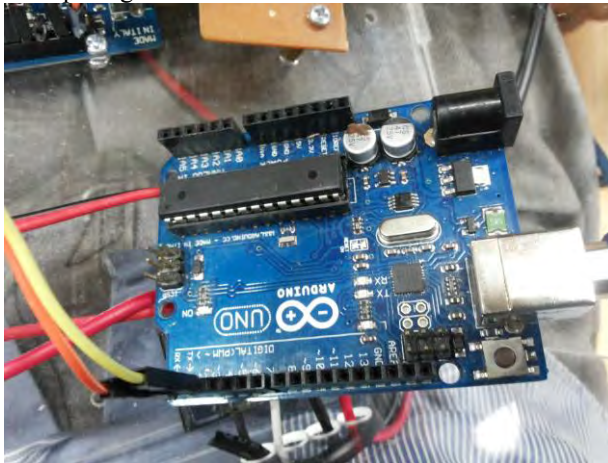
Pengujian ini dilakukan terhadap *board* Arduino uno. Pengujian dilakukan pada 14 pin digital Arduino Uno dengan cara mengeset *output* pada logika 1 dan 0. Data yang didapat adalah seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tabel Pengujian I/O Arduino Uno

Nomer Pin	Logic	Tegangan Terukur (V)	Logic	Tegangan Terukur (V)
0	1	4.97	0	0.01
1	1	4.91	0	0.04
2	1	4.82	0	0.03

Nomer Pin	Logic	Tegangan Terukur (V)	Logic	Tegangan Terukur (V)
3	1	5.01	0	0.02
4	1	4.82	0	0.02
5	1	4.83	0	0.03
6	1	4.95	0	0.05
7	1	5.02	0	0.04
8	1	4.84	0	0.04
9	1	4.93	0	0.04
10	1	5	0	0.05
11	1	5.05	0	0.06
12	1	5.01	0	0.03
13	1	4.88	0	0.02

Keluaran dari pin Arduino Uno yang diperiksa tegangannya disambungkan dengan kabel yang menuju multimeter seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengujian Arduino Uno

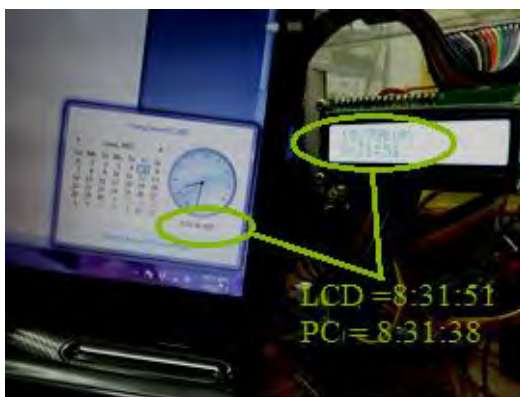
Dengan pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *board* Arduino tersebut layak dipakai karena bersesuaian dengan *datasheet* yang terlampir.

4.3 Pengujian Pembacaan RTC

Pengujian terhadap RTC dilakukan langsung dengan membaca data pada RTC dan ditampilkan ke serial pada komputer. Pembacaan dilakukan dengan membandingkan jam komputer dengan jam yang ditampilkan pada *hyperterminal* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6. Hasil pengujian RTC tertera pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Tabel Pengujian RTC

No	Jam Tampilan	Jam Pada Komputer	Selisih
1	8:31:51	8:31:38	13 detik
2	8:32:53	8:31:40	13 detik
3	8:32:55	8:31:42	13 detik
4	8:32:57	8:32:44	13 detik
5	8:32:59	8:31:46	13 detik



Gambar 4.6 Pengujian RTC

Dengan mengacu data pada tabel tersebut didapatkan bahwa selisih antara jam RTC dan jam sesungguhnya (komputer) adalah tetap yaitu 13 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa RTC dapat digunakan sebagai acuan karena selisih waktunya selalu tetap dan tidak berubah ubah.

Dengan acuan selisihnya tetap maka error pembacaan yang didapat nilainya 0 % dengan alasan bahwa semua alat penunjuk waktu yang tidak terhubung *online* dapat menunjukkan waktu yang sama.

Namun alat penunjuk tersebut dapat dipakai karena memiliki selisih waktu yang konstan sehingga tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat.

4.4 Pengujian Pembacaan Arus pada ACS712

Sensor arus digunakan untuk mengukur arus pada beban. Pada pengujian sensor arus ACS712 ini dilakukan dengan cara mengukur arus *output* pada sensor dengan multimeter “SANWA” yang dalam hal ini merupakan arus pada beban lampu pijar seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7. Data yang didapat adalah seperti pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sensor Arus

No.	Beban (Watt)	Arus Terukur (A)	Arus Rumus (A)	%Error
1	100	0,42	0,45	6,6%
2	150	0,59	0,68	13,2%
3	175	0,70	0,8	12,5%
4	275	1,15	1,25	8%
5	375	1,61	1,71	5,8%



Gambar 4.7 Pengujian Sensor ACS 712

Arus rumus yang dimaksud pada tabel 4.7 yaitu besarnya arus menuju beban yang dihitung berdasarkan rumus $I = P/V$ dalam satuan ampere. Tegangan yang digunakan konstan $V = 222,2$ Volt. Sedangkan arus terukur yaitu pembacaan besar arus menggunakan multimeter “SANWA” yang dihubungkan secara seri pada rangkaian beban.

Dari data pengujian sensor tersebut, % *error* didapat dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ error arus} = \frac{I \text{ lampu(terukur)} - I \text{ lampu (rumus)}}{I \text{ lampu rumus}} \times 100 \%$$

% *error* rata-rata perhitungan arus yang mengalir pada beban sekitar 9,2%.

4.5 Pengujian Pembacaan Sensor Tegangan

Sensor tegangan digunakan untuk mengukur besar tegangan yang ada. Sensor tegangan yang dipakai adalah rangkaian pembagi tegangan yang sebelumnya melalui trafo *stepdown*. Sensor Tegangan diuji dengan menggunakan variac dan multimeter “SANWA” seperti yang terlihat pada gambar 4.8. Dari data tersebut menunjukkan nilai tegangan. Data yang didapat adalah seperti pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

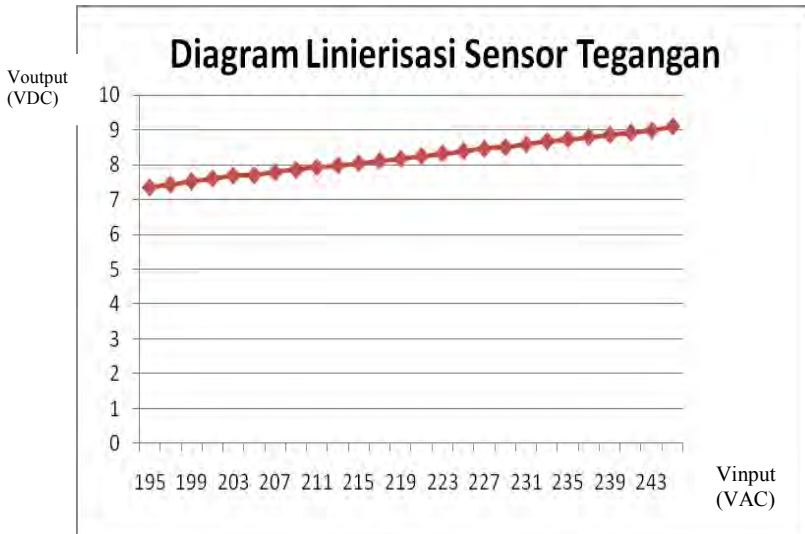
No.	V _{inp} (V)	V _{out} (dari Trafo) (V)	V _{out} (V _{dc terukur}) (V)	V _{in} (V _{dc menuju Arduino}) (V)	ADC
1	195	6.04	7.35	1.808	384
2	197	6.11	7.43	1.827	388
3	199	6.17	7.52	1.840	391
4	201	6.23	7.60	1.858	395
5	203	6.29	7.69	1.877	399
6	205	6.37	7.70	1.893	402
7	207	6.42	7.78	1.905	405
8	209	6.48	7.85	1.919	408
9	211	6.52	7.92	1.938	412
10	213	6.59	7.98	1.571	416
11	215	6.64	8.04	1.974	419
12	217	6.69	8.11	1.990	423
13	219	6.75	8.17	2.001	427
14	221	6.83	8.25	2.032	432
15	223	6.90	8.32	2.046	435
16	225	6.95	8.39	2.061	439
17	227	7.01	8.46	2.079	442

No.	V _{inp} (V)	V _{out} (dari Trafo) (V)	V _{out} (Vdc terukur) (V)	V _{in} (Vdc menuju Arduino) (V)	ADC
18	229	7.06	8.50	2.098	446
19	231	7.11	8.58	2.117	450
20	233	7.19	8.67	2.135	454
21	235	7.26	8.73	2.147	458
22	237	7.30	8.80	2.178	463
23	239	7.36	8.86	2.192	466
24	241	7.43	8.92	2.206	469
25	243	7.49	8.99	2.215	471
26	245	7.56	9.09	2.238	476



Gambar 4.8 Pengujian Sensor Tegangan

Grafik linearisasi sensor tegangan dengan menampilkan nilai tegangan yang terukur oleh sensor yaitu V_{output} (VDC) dan V_{input} (VAC) dapat dilihat pada gambar 4.9



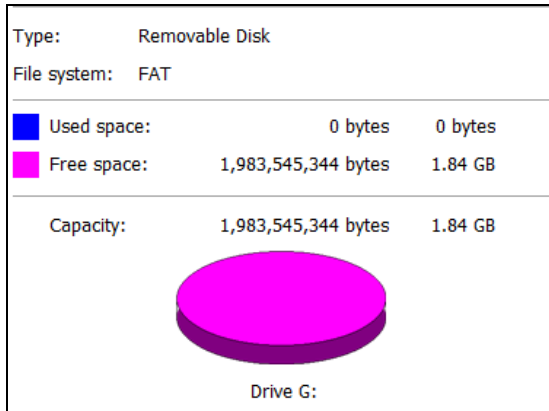
Gambar 4.9 Diagram Linearisasi Sensor Tegangan

Dari data pengujian sensor tegangan yang akan digunakan dibuat grafik nilai dari pengukuran *input output* pada tabel 4.8. Dari hasil tersebut sensor yang digunakan menyatakan nilai tegangan *output* bergerak linier sesuai dengan kenaikan tegangan *input*. Sehingga sensor dapat digunakan sebagai sensor tegangan nantinya..

4.6 Pengujian Penyimpanan pada Alat

Pengujian penyimpanan alat dilakukan untuk menentukan kapasitas yang dapat ditampung oleh *SD card*. *SD card* yang digunakan menggunakan *memory card* “V-Gen” dengan kapasitas 2 GB.

Pengujian pertama dilakukan dengan pembacaan kapasitas kartu pada komputer dalam kondisi kosong. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa *SD card* benar-benar memiliki ruang untuk diisi data, hasil pengujian kapasitas *SD card* dapat dilihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Hasil Pengujian *SD card* “V-Gen” Berukuran 2GB

Dari gambar 4.10 terlihat bahwa dalam kondisi kosong *SD card* tersebut terbagi menjadi beberapa bagian seperti pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Alokasi Penyimpanan *SD card* Kosong

Nama Ruang	Ukuran (byte)	Ukuran
<i>Used Space</i>	0	0 KB
<i>Free Space</i>	1983545344	1,84 GB
<i>Total Space</i>	1983545344	1,84 GB

Dengan catatan 1 kilo = 1024

Dari keterangan tersebut menyatakan bahwa *SD card* dapat digunakan untuk menyimpan data daya penggunaan oleh S-Meter

4.7 Pengujian Perhitungan Rumus S-Meter

Pada Tugas Akhir ini dilakukan pengujian rumus yang digunakan pada program Arduino. Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah S-Meter layak digunakan. Rumus yang akan dibahas pada pengujian ini merupakan rumus mengenai pengurangan perhitungan S-Meter saat berbeban, apakah sesuai dengan kondisi *real*. S-Meter menggunakan beban lampu dan alat ukur multimeter seperti pada gambar 4.11

$$P = V \times I$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

Pengujian S-Meter:

Diketahui :

Beban = 375 W

t = 1517s

$P_{\text{pada alat}} = V \times I$

$P_{\text{pada alat}} = 218,2 \times 1,63 = 355,66 \text{ W}$

$= 355,66 \times (1517 : 3600) = 149,87 \text{ Wh} = 0,14987 \text{ kWh}$

$P_{\text{rumus}} = V \times I$

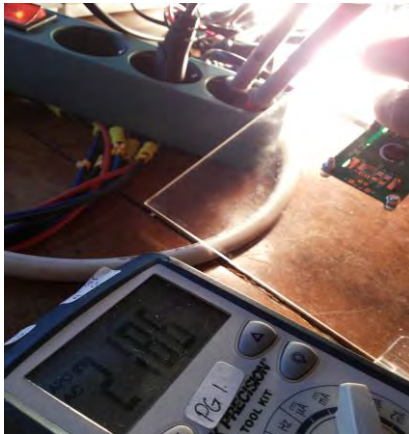
$P_{\text{rumus}} = 218,2 \times 1,71 = 373,1 \text{ W}$

$= 373,1 \text{ W} \times (1517 : 3600) = 157,2 \text{ Wh} = 0,1572 \text{ kWh}$

$\%_{\text{error}} = \frac{P_{\text{rumus}} - P_{\text{pada alat}}}{P_{\text{rumus}}} \times 100\%$

$\%_{\text{error}} = \frac{0,1575 - 0,14987}{0,1575} \times 100\%$

$\%_{\text{error}} = 4,7\%$

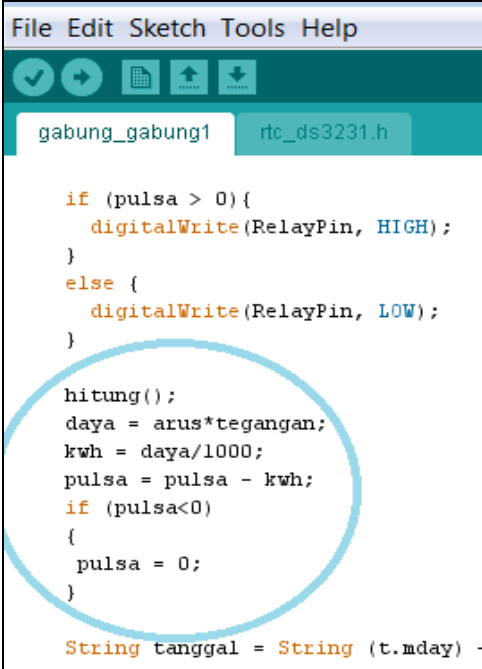


Gambar 4.11 Pengujian Rumus Daya pada S-Meter

Hal ini dapat terjadi presentasi *error* sebanyak 4,7% karena nilai sensor arus yang kurang stabil.

4.7.1 Pengujian Perbedaan Satuan ws (wastt per *second*) dengan wh (watt per *hour*)

Pada Tugas Akhir ini pengujian perbedaan rumus S-Meter dengan satuan ws (watt *second*) dan wh (watt *hour*). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa selisih waktu penggunaan satuan ws (watt *second*) dan wh (watt *hour*). Penggunaan rumus pada program dapat dilihat pada gambar 4.12



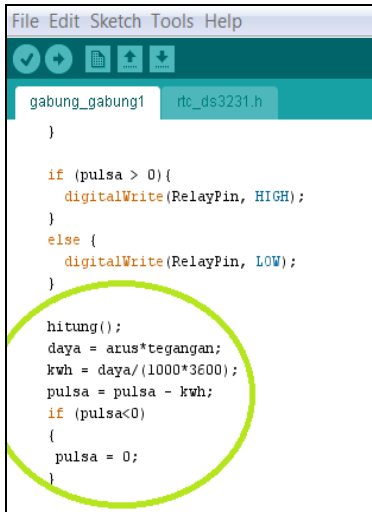
```
File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
gabung_gabung1 rtc_ds3231.h

if (pulsa > 0) {
    digitalWrite(RelayPin, HIGH);
}
else {
    digitalWrite(RelayPin, LOW);
}

hitung();
daya = arus*tegangan;
kwh = daya/1000;
pulsa = pulsa - kwh;
if (pulsa<0)
{
    pulsa = 0;
}

String tanggal = String (t.mday)
```

Gambar 4.12 Tampilan Program Daya Satuan ws (watt *second*)



```
File Edit Sketch Tools Help
gabung_gabung1  rtc_ds3231.h
}
if (pulsa > 0){
  digitalWrite(RelayPin, HIGH);
}
else {
  digitalWrite(RelayPin, LOW);
}
hitung();
daya = arus*tegangan;
kwh = daya/(1000*3600);
pulsa = pulsa - kwh;
if (pulsa<0)
{
  pulsa = 0;
}
```

Gambar 4.13 Tampilan Program Daya Satuan wh (watt hour)

Pada gambar 4.13 terlihat selisih waktu jika menggunakan wh dibanding ws yaitu 3600s .Dalam tugas akhir ini daya yang digunakan menggunakan ws saat demo, dikarenakan jika menggunakan wh terlalu lama.

4.8 Pengujian Penggunaan Pulsa

Pada Tugas Akhir ini pengujian penggunaan pulsa S-Meter dilakukan pada saat S-Meter berbeban maupun tidak berbeban. Hal ini bertujuan untuk menguji apakah S-Meter layak untuk digunakan.

4.8.1 Kondisi berbeban

Pengujian ini dilakukan pada S-Meter berbeban dimana pada S-Meter saat ini terpasang beban 375W. Pada gambar 4.14 kondisi awal terlihat bahwa pulsa awal yang tersedia sebesar 1 kwh S-Meter pada pukul 20:12:08. Selama sekitar 2 jam 50 menit, terlihat bahwa jumlah pulsa berkurang pada pukul 23:02:16. Hal ini membuktikan bahwa pada kondisi berbeban, pulsa akan berkurang karena ada arus yang mengalir. Pengurangan pulsa sesuai rumus :

$$P = V \times I \times t$$

Keterangan :

- P = Daya (watt)
- V = Tegangan (volt)
- I = Arus (ampere)
- t = Waktu (sekon)

Diketahui :

- Beban = 375 W
- t = 2 jam 50 menit = 170 menit = 2,8333 jam
- P₁ = 1 kWh
- P₂ = 0 kWh
- P = P₁ - P₂
- P_{pada alat} = 1 kWh - 0 kWh = 1 kWh (yang digunakan)

$$P_{\text{rumus}} = V \times I$$

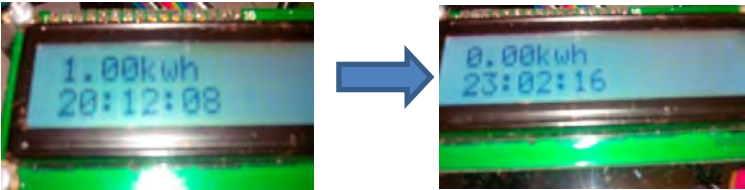
$$P_{\text{rumus}} = 218,2 \times 1,71 = 373.122 \text{ watt}$$

$$373.122 \times 2,83 = 1.05 \text{ kWh}$$

$$\%_{\text{error}} = \frac{P_{\text{rumus}} - P_{\text{pada alat}}}{P_{\text{rumus}}} \times 100\%$$

$$\%_{\text{error}} = \frac{1.05 - 1}{1.05} \times 100\%$$

$$\%_{\text{error}} = 4,7 \%$$

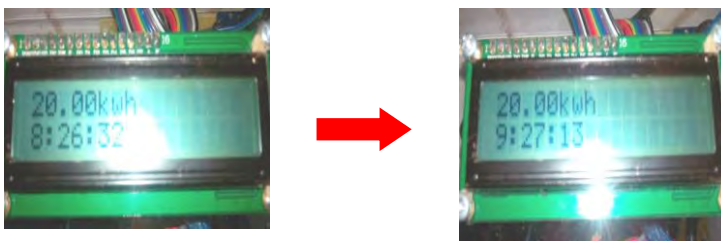


Gambar 4.14 Pengujian S-Meter saat berbeban

Dari hasil pengujian tersebut di dapat nilai presentase *error* perhitungan S-Meter saat berbeban adalah 4,7%

4.8.2 Kondisi tidak berbeban

Ini merupakan pengujian pada S-Meter tanpa beban terpasang. Kondisi awal terlihat bahwa sisa pulsa yang tersedia sebesar 20 kWh S-Meter pada pukul 8:26:32. Selama sekitar satu jam, terlihat bahwa jumlah pulsa tidak berkurang pada pukul 9:27:13. Hal ini membuktikan bahwa pada kondisi tanpa beban, pulsa tidak akan berkurang karena tidak ada arus yang mengalir, sehingga pulsa akan dikurangi nol.

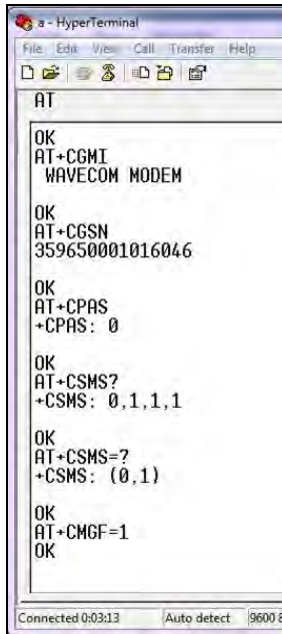


Gambar 4.15 Tampilan Pulsa S-Meter Saat Tidak Berbeban Dalam 1 Jam

Pada gambar 4.15 merupakan kondisi S-Meter tanpa beban. Dapat dilihat dari kondisi pulsa yang tidak berkurang saat beban nol selama 1jam. Itu membuktikan bahwa S-Meter layak digunakan dan tidak merugikan pelanggan PT.PLN (Persero)

4.9 Pengujian Modem

Pengujian koneksi modem GSM Maestro dilakukan menggunakan *hyperterminal* dengan menghubungkan modem GSM Maestro ke laptop. Arduino yang digunakan menggunakan *baud rate* 9600 sehingga dilakukan pengaturan *baud rate* modem menggunakan *hyperterminal*. Setelah mengatur *baudrate* modem GSM Maestro langkah selanjutnya adalah pengujian koneksi modem. Pengujian koneksi modem ini menggunakan perintah *AT-Command*. Seperti tampak pada gambar 4.16



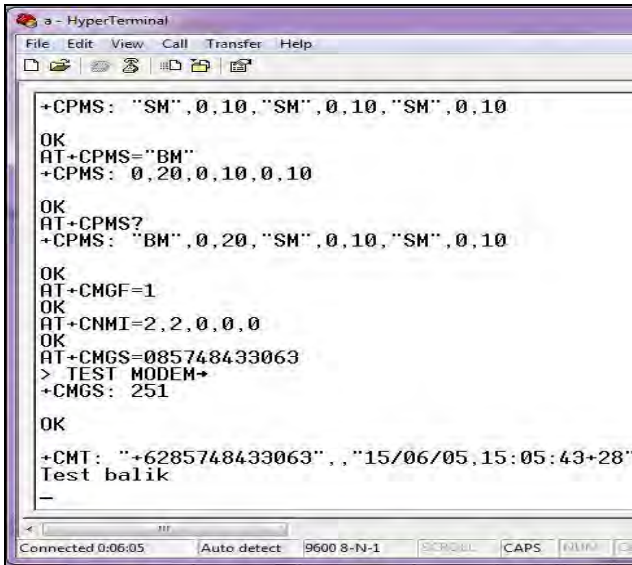
```
AT
OK
AT+CGMI
WAVECOM MODEM
OK
AT+CGSN
359650001016046
OK
AT+CPAS
+CPAS: 0
OK
AT+CSMS?
+CSMS: 0,1,1,1
OK
AT+CSMS=?
+CSMS: (0,1)
OK
AT+CMGF=1
OK
```

Connected 0:03:13 Auto detect 9600 8

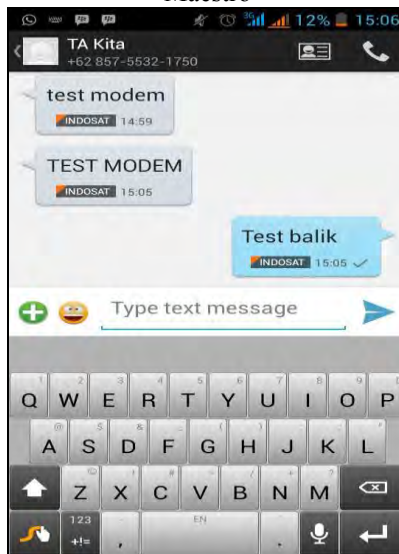
Gambar 4.16 Pengecekan Koneksi

Setelah melakukan uji koneksi, dilakukan pengujian untuk pengiriman SMS dan pembacaan SMS. Pengiriman SMS menggunakan modem GSM Maestro ini menggunakan perintah AT+CMGS yang merupakan perintah untuk pengiriman SMS pada modem GSM Maestro yang berada di komputer *server*. Perintah AT+CMGS diikuti dengan *statement* “TEST MODEM” yang tertulis setelah nomor tujuan pengiriman SMS ditulis.

Sedangkan pembacaan SMS menggunakan modem GSM Maestro ini menggunakan perintah +CMT yang merupakan perintah untuk pembacaan SMS pada modem GSM Maestro yang berada di komputer *server*. Perintah +CMT akan menampilkan *feedback* atau balasan SMS dari pelanggan berisi *statement* “Test balik” seperti yang terlihat pada gambar 4.17 dan gambar 4.18.



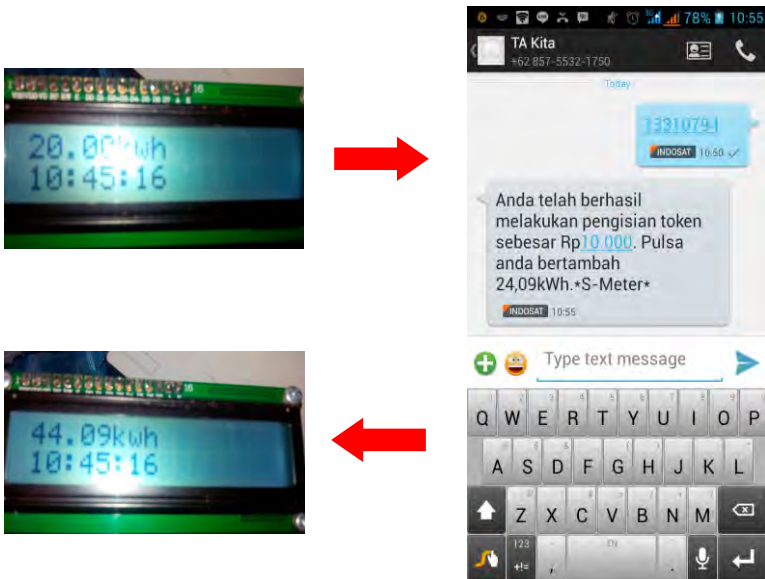
Gambar 4.17 Pengujian Pengiriman dan Pembacaan SMS Modem Maestro



Gambar 4.18 Tampilan SMS pada Handphone

4.9.1 Pengujian Pembacaan SMS Kode Token

Ini adalah pengujian pengisian pulsa pada S-Meter. Kondisi awal menunjukkan sisa pulsa sebesar 20 kWh pada pukul 10:45:16. Kami mengirimkan SMS berupa token ke nomor S-Meter, kemudian terlihat bahwa pulsa pada S-Meter bertambah sebesar 20 kWh menjadi 44,9 kWh selain itu ada SMS masuk ke nomor pelanggan bahwa pulsa berhasil ditambahkan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Pengisian Pulsa S-Meter

Pada dasarnya pelanggan PT. PLN (Persero) yang berlangganan 450 hanya mendapat 440 VA karena menggunakan MCB 2A. Untuk tarif rumah tangga berlangganan 440 VA dikenakan tariff 415/kWh, sehingga jika pelanggan membeli pulsa dengan nominal Rp 10.000,00 maka pelanggan akan mendapat pulsa 24,09 kWh. Data dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Kode Pulsa S-Meter

No	Kode	Pulsa (kWh)	Nominal (Rp)
1	13310794	24,09	10.000,00
2	22185642	48,19	20.000,00
3	18929608	120,48	50.000,00
4	03142501	240,96	100.000,00
5	25113463	481,92	200.000,00

4.9.2 Pengujian Pengiriman SMS Batas *Limit* Pulsa

Pada Tugas Akhir ini pengujian pengiriman SMS batas *limit* pulsa adalah untuk memberi informasi pada pelanggan agar segera mengisi pulsa, karena pulsa dalam kondisi *limit* yaitu sama dengan 5kWh seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.22. Jika pelanggan tidak segera mengisi pulsa sehingga pulsa habis maka listrik rumah pelanggan akan padam saat kondisi kWh sama dengan 0kWh. Jika hal ini sering terjadi maka peralatan rumah tangga akan mudah rusak. Sebab itu pada tugas akhir ini S-Meter memberikan informasi untuk pengiriman peringatan batas *limit* pulsa. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah S-Meter layak digunakan untuk pengiriman informasi batas *limit* pulsa.

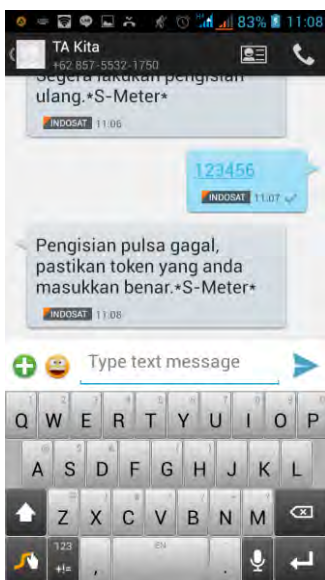


Gambar 4.22 Pengujian Informasi SMS Batas *Limit* Pulsa

4.9.3 Pengujian Pembacaan SMS Kode Token yang Salah

Pada Tugas Akhir ini dilakukan pengujian kode token yang bertujuan untuk mengetahui apakah S-Meter dapat mengidentifikasi dan memberi peringatan jika pelanggan mengirimkan kode token yang salah.

Pada gambar 4.23 pelanggan mengirimkan kode acak atau kode yang salah “123456” kemudian S-Meter memberi peringatan “Pengisian pulsa gagal, pastikan token yang anda masukkan benar *S-Meter*”. Hal berikut membuktikan bahwa S-Meter dapat mengetahui kesalahan kode yang dikirimkan oleh pelanggan sehingga S-Meter layak digunakan untuk Tugas Akhir ini.

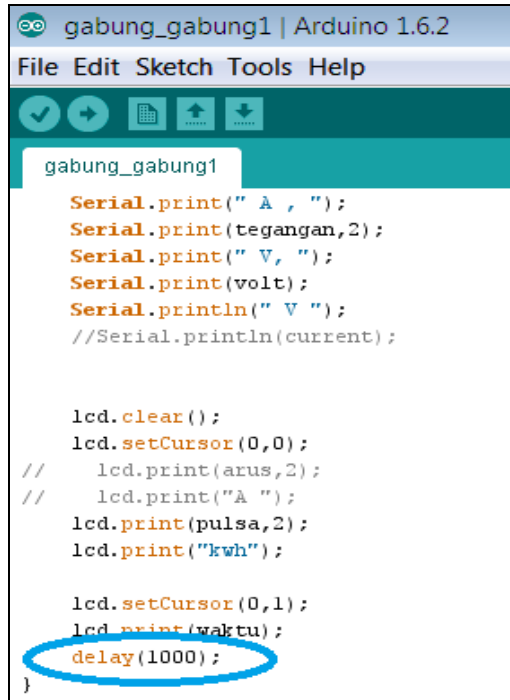


Gambar 4.23 Pengiriman Kode Token yang Salah

4.10 Pengujian LCD

Pada Tugas Akhir ini tampilan LCD selalu berkedip karena pada programnya tidak digunakan *delay*, setiap 1ms LCD akan menampilkan yang telah di program void loop (), sehingga terjadi

perubahan tampilan LCD setiap 1ms. Ketika program ditambahkan delay (1000) seperti pada gambar 4.24, maka perubahan tampilan dilakukan setiap 1000ms atau 1 detik sehingga tidak terlalu nampak berkedip.



```
gabung_gabung1 | Arduino 1.6.2
File Edit Sketch Tools Help

gabung_gabung1
Serial.print(" A , ");
Serial.print(tegangan,2);
Serial.print(" V, ");
Serial.print(volt);
Serial.println(" V ");
//Serial.println(current);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
// lcd.print(arus,2);
// lcd.print("A ");
lcd.print(pulsa,2);
lcd.print("kwh");

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(waktu);
delay(1000);
}
```

Gambar 4.24 Tampilan Program

4.11 Pengujian *Visual Studio*

Pada Tugas Akhir ini dilakukan pengujian pada *Visual Studio*. Pengujian ini bertujuan ntuk mengetahui apakah *software* yang digunakan untuk pengolahan data S-Meter dapat digunakan sesuai kebutuhan. Berikut gambar 4.25 merupakan tampilan awal *software* pengolahan data S-Meter.



Gambar 4.25 Tampilan Awal *Visual Studio*

Software pengolahan data S-Meter menggunakan *Visual Studio* dapat mengetahui informasi diantaranya : penggunaan daya , tanggal, jam , penggunaan arus, dan tegangan setiap detik. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.26



Gambar 4.26 Tampilan Pengolahan Data S-Meter

Setelah tahap diatas kita dapat langsung meng-klik “Baca Data” untuk membaca data yang ada pada *SD card*. Dengan begitu *software* ini akan langsung mengambil data dan menampilkannya seperti pada gambar 4.27

Tanggal	Jam	Arus	Tegangan	Days	Sisa Pulsa
29-6-2015	17:22:18	0.42	223.81	94.54	8
29-6-2015	17:21:50	0.42	222.48	93.98	9.12
29-6-2015	17:21:49	0.42	222.22	93.86	9.22
29-6-2015	17:1:53	0.05	180.93	9.55	29.92
29-6-2015	17:22:52	0.4	222.75	88.21	7.26
29-6-2015	17:21:48	0.4	222.48	88.1	9.31
29-6-2015	17:22:46	0.4	222.48	88.1	7.57
29-6-2015	17:22:54	0.4	222.22	88	7.11
29-6-2015	17:21:58	0.4	222.22	88	8.7
29-6-2015	17:21:47	0.4	221.69	87.79	9.4
29-6-2015	17:22:58	0.4	221.42	87.68	6.86
29-6-2015	17:22:17	0.37	222.75	82.33	8.09
29-6-2015	17:22:57	0.37	222.75	82.33	6.95
29-6-2015	17:21:59	0.37	222.48	82.23	8.62

Gambar 4.27 Tampilan Pembacaan Data *Visual Studio*

Selain itu pada Tugas Akhir ini pengolahan data S-Meter dengan menggunakan *Visual Studio* kita dapat mengetahui penggunaan daya pada tanggal dan jam yang ingin diketahui, dan beban puncak hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.28.

Tanggal	Jam	Arus	Tegangan	Days	Sisa Pulsa
29-6-2015	17:21:50	0.42	222.48	93.98	9.12
29-6-2015	17:21:49	0.42	222.22	93.86	9.22
29-6-2015	17:21:48	0.4	222.48	88.1	9.31
29-6-2015	17:21:58	0.4	222.22	88	8.7
29-6-2015	17:21:47	0.4	221.69	87.79	9.4
29-6-2015	17:21:59	0.37	222.48	82.23	8.62
29-6-2015	17:21:45	0.37	222.22	82.13	9.56
29-6-2015	17:21:56	0.34	224.87	77.18	8.85
29-6-2015	17:21:46	0.34	222.75	76.46	9.49
29-6-2015	17:21:43	0.34	221.16	75.9	9.71
29-6-2015	17:21:57	0.32	218.77	69.31	8.78
29-6-2015	17:21:44	0.29	226.73	65.84	9.64
29-6-2015	17:21:54	0.29	222.22	64.53	8.59
29-6-2015	17:21:56	0.26	221.95	58.6	8.83

Gambar 4.28 Tampilan *Visual Studio* Ketika Mencari Data

Aplikasi pengolahan data S-Meter ini memberikan kenyamanan pada penggunanya salah satunya adalah jika kita ingin keluar dari aplikasi pengolahan data S-Meter akan selalu diberikan pertanyaan konfirmasi seperti pada gambar 4.29



Gambar 4.29 Tampilan Akhir *Visual Studio*

4.12 Uji Alat Secara Keseluruhan

Pengujian Tugas Akhir “Rancang Bangun KWH Meter Digital yang dilengkapi Data Logger sebagai Alat Bantu melakukan Audit Energi” ditunjukkan pada gambar 4.30

Terdapat 5 komponen utama dari alat ini, yaitu :

1. Rangkain RTC
2. Modul ACS712
3. Rangkaian Sensor Tegangan
4. Modul *MMC Shield* dan *SD card*
5. Rangkaian komunikasi serial RS232 dengan modem GSM *Wavecom*
6. Tampilan monitoring pada komputer *server* menggunakan *Visual Studio*



Gambar 4.30 Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan pada Tugas Akhir ini meliputi cara kerja alat ini yang diawali dengan ketika *power* dinyalakan, maka sumber yang berasal dari *powerbank* menyuplai tegangan untuk rangkaian Arduino dan modem GSM Maestro yang membutuhkan tegangan sebesar 5 Volt seperti pada gambar 4.31.

Arduino terhubung dengan rangkaian sensor tegangan, sensor arus ACS712, LCD dan komunikasi serial RS-232. Rangkaian sensor tegangan dihubungkan dengan *port* A1 pada Arduino. Sedangkan sensor arus ACS712 dihubungkan *port* A0 Arduino. Rangkaian RS-232 yang terdapat pada *port* RX TX dan dihubungkan dengan *port* digital 2&3 Arduino. *Data logger* pada Tugas Akhir ini menggunakan modul *MMC Shield* yang dihubungkan dengan pin MISO, MOSI, SCK, dan CS

pada Aduino, sehingga data penggunaan daya pelanggan dapat disimpan di *SD card*.

Pengisian pulsa untuk pelanggan rumah tangga dapat diterapkan dengan cara mengirim kode token pada alamat nomer S-Meter pelanggan, sehingga jika kode sinkron atau benar maka jumlah pulsa akan bertambah sesuai dengan nominal yang anda beli. Sedangkan untuk SMS informasi batas *limit* pulsa akan datang pada alamat nomer pelanggan S-Meter ketika pulsa mencapai batas *limit* 5kWh. Hal berikut merupakan servis kemudahan menggunakan S-Meter melalui media SMS seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.32.

Sedangkan untuk industri diberikan pelayanan khusus berupa rekam daya penggunaan, sehingga pelanggan maupun pihak PT. PLN (Persero) dapat memantau penggunaan daya secara *real time* dengan mudah. Penggunaan daya oleh insutri akan direkam di dalam *SD card* dan dapat ditampilkan dengan *software* pengolahan data S-Meter berupa *Visual Studio*.



Gambar 4.31 Pengujian S-Meter



Gambar 4.32 Pengujian Pengisian Pulsa Token S-Meter

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada S-Meter yang dibuat , maka diperoleh kesimpulan bahwa alat ini dapat digunakan dengan keterangan:

1. S-Meter dapat menyimpan historical datafile menggunakan SD Card seperti yang telah ditunjukkan pada gambar 4.27.
2. Pelanggan dapat mengisi pulsa S-Meter seperti yang dijelaskan pada subab 4.9.1.
3. Hasil pembacaan RTC memiliki nilai kesalahan sebesar 0 %.
4. Nilai kesalahan pembacaan arus oleh modul ACS712 9,2%
5. Nilai kesalahan pengurangan pulsa 0% ketika S-Meter tidak dalam kondisi berbeban.
6. Nilai kesalahan perhitungan daya S-Meter sebesar 4,7%

5.2 SARAN

Berdasarkan proses dalam pembuatan alat ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. *Ground* antara sensor dan ADC haruslah sama. Karena apabila berbeda, nilai yang ditampilkan menjadi tidak akurat.
2. Karena waktu RTC tidak selalu sama dengan waktu setempat(WIB). Perlu dilakukan pengesetan dahulu agar RTC dapat digunakan dengan baik.
3. Interval pengambilan data yang di simpan pada *SD Card* dapat di atur sesuai dengan kebutuhan untuk menghemat ruang penyimpanan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

1., Data Logger, <http://sonoku.com/data-logger-bagian-1/>, 25 Mei 2015
2. Dewobrata, Wiryanto. *Aplikasi Sain dan Teknik dengan Visual Basic 10.0*. PT. Elex Media Komputindo : Yogyakarta. 2002.
3. Artanto, Dian. *Interaksi Arduino dan LabView*. PT. Elex Media Komputindo : Jakarta. 2012.
4. Yung, Kok. *Membangun Aplikasi Database dengan Visual Basic .NET*. PT. Elex Media Komputindo : Jakarta. 2005.
5., Arduino Uno, <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno/>, 2 Agustus 2012
6. Tung Lauw Lim, Un dan Henny Oktavia, *KWH Meter Dengan Sistem Prabayar*, Teknik Kelistrikan, 2002.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Listing Program Utama pada Arduino Mega

```
#include <Wire.h>
#include "ds3231.h"
#include "rtc_ds3231.h"
#define BUFF_MAX 128
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Array.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(50, 51); // RX, TX
File dataFile; // yang diupload di sd card
double pulsa = 10;
double tegangan;
double arus;
double daya;
double kwh;
const int RelayPin = 8;
int volt; //adc tegangan
int current; //adc arus
uint8_t time[8];
char recv[BUFF_MAX];
unsigned int recv_size = 0;
unsigned long prev, interval = 1000;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  pinMode(RelayPin, OUTPUT);
  Wire.begin();
```

```

lcd.begin(16,2);
lcd.clear();
DS3231_init(DS3231_INTCN);
memset(recv, 0, BUFF_MAX);
lcd.clear();
pinMode(SS, OUTPUT);
if (!SD.begin(10,11,12,13)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    return;
}
Serial.println("card initialized.");
}

void loop()
{ sms();
  notif(pulsa);
  char in;
  char buff[BUFF_MAX];
  unsigned long now = millis();
  struct ts t;
  // show time once in a while
  if ((now - prev > interval) && (Serial.available() <= 0)) {
    DS3231_get(&t);
    // there is a compile time option in the library to include unixtime
support
#ifdef CONFIG_UNIXTIME
    sprintf(buff, BUFF_MAX, "%d.%02d.%02d %02d.%02d.%02d
%d", t.year,
        t.mon, t.mday, t.hour, t.min, t.sec, t.unixtime);
#else
    sprintf(buff, BUFF_MAX, "%d.%02d.%02d %02d.%02d.%02d",
t.year,
        t.mon, t.mday, t.hour, t.min, t.sec);
#endif
}
}

```

```

    Serial.println(buff);
    prev = now;
}
if (pulsa > 0){
digitalWrite(RelayPin, HIGH);
}
else {
digitalWrite(RelayPin, LOW);
}
int current;
current = getCurrentValue();
Serial.println(current);
int volt;
volt = getVoltValue();
Serial.println(volt);
arus = 0.0264 * (current - 489 );
tegangan = volt *(5/1023.0*52.87);
    daya = arus*tegangan;
kwh = daya/1000;
pulsa = pulsa - kwh;
if (pulsa<0)
{
    pulsa = 0;
}

```

```

String tanggal = String (t.mday) + "-" + String (t.mon) + "-" + String
(t.year);

```

```

String waktu = String (t.hour) + ":" + String (t.min) + ":" + String
(t.sec);

```

```

String dataString = String (tanggal) + ", " + String (waktu) + "," +
String (arus,2) + ", " + String (tegangan,2)+ ", " +String (daya,2)+ ", "
+String (pulsa,2);

```

```

File dataFile = SD.open("datalog.csv", FILE_WRITE);
if (dataFile) {

```

```

    Serial.println("SD Card terbaca ");
    dataFile.println(dataString);
    dataFile.close();
}
else {
    Serial.println("error opening datalog.csv");
}
}
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(arus,2);
lcd.print("A ");
lcd.print(pulsa,2);
lcd.print("kwh");

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(waktu);
delay(250);
}
int getCurrentValue()
{
    int sensorI;          //value read from the sensor
    int sensorIMax = 0;
    uint32_t start_time = millis();
    while((millis()-start_time) < 500)//sample for 1000ms
    {
        sensorI = analogRead(A0);
        if (sensorI > sensorIMax)
        {
            /*record the maximum sensor value*/
            sensorIMax = sensorI;
        }
    }
}
return sensorIMax;
}

```

```

int getVoltValue()
{
    int sensorV;          //value read from the sensor
    int sensorVMax = 0;
    uint32_t start_time = millis();
    while((millis()-start_time) < 250)//sample for 1000ms
    {
        sensorV = analogRead(A1);
        if (sensorV > sensorVMax)
        {
            /*record the maximum sensor value*/
            sensorVMax = sensorV;
        }
    }
    return sensorVMax;
}

```

```

void sms()
{
    if(mySerial.available())
    {
        char inChar = mySerial.read();
        if (inChar == 'q')
        {
            pulsa = pulsa + 24.09;
        }
        else if (inChar == 'w')
        {
            pulsa = pulsa + 48.19;
        }
        else if (inChar == 'e')
        {
            pulsa = pulsa + 120.48;
        }
    }
}

```

```

    }
    else if (inChar == 'r')
    {
        pulsa = pulsa + 240.96;
    }
    else if (inChar == 't')
    {
        pulsa = pulsa + 487.92;
    }
    else{
    }
}
}

```

```

void notif(double pulsa){ // lanjutan mengecek pulsa
if (pulsa >= 0 && pulsa <5)
{
    Serial.println("recharge");
    mySerial.write('k');

} else if (pulsa >= 5){
    Serial.println("STILL OK");
    mySerial.write('l');
}
else {
}
}
}

```

Listing Program SMS

```
#include <SerialGSM.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(10,11); // RX, TX
SerialGSM cell(2,3);
boolean sendonce=true;
char number[]="085748433063";

char kode1[] = {'0','1','3','9','7','3','1','4','1'};
char kode2[] = {'5','8','2','4','6','1','2','2','8'};
char kode3[] = {'9','2','8','0','6','9','1','8','2'};
char kode4[] = {'2','4','3','0','5','1','0','1','4'};
char kode5[] = {'3','1','5','6','4','1','2','3','1'};

String input;
int indexsms=0;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  cell.begin(9600);
  cell.Verbose(true);
  cell.FwdSMS2Serial();
  cell.write("AT+CMGF=1");
  cell.write(13);
  cell.write("AT+CNMI=2,2,0,0,0");
  cell.write(13);
  cell.write("AT+CMGR=1");
  cell.write(13);
  cell.Rcpt(number);
```



```

cell.Message("mulai");
cell.SendSMS();
cell.DeleteAllSMS();
Serial.println("Ready");
}
void loop(){
  if (cell.ReceiveSMS()){
    String sender = cell.Sender();
    String message = cell.Message();
    char token[8];
    message.toCharArray(token, 20) ;
    token[8]=token[3];
    token[3]=token[6];
    token[7]=token[7];
    token[6]=token[0];
    token[0]=token[4];
    token[4]=token[5];
    token[5]=token[2];
    token[2]=token[1];
    token[1]=token[8];
    Serial.println(token);

    if (token[0]==kode1[0] && token[1]==kode1[1] &&
token[2]==kode1[2] && token[3]==kode1[3] && token[4]==kode1[4]
&& token[5]==kode1[5] && token[6]==kode1[6] &&
token[7]==kode1[7] && token[8]==kode1[8]){
      cell.Rcpt(number);
      cell.Message("Anda telah berhasil melakukan pengisian token
sebesar Rp10.000. Pulsa anda bertambah 24,09kWh. *S-Meter*");
      cell.SendSMS();
      mySerial.write('q');
      cell.DeleteAllSMS();
    }
  }
}

```

```

else if (token[0]==kode2[0] && token[1]==kode2[1] &&
token[2]==kode2[2] && token[3]==kode2[3] && token[4]==kode2[4]
&& token[5]==kode2[5] && token[6]==kode2[6] &&
token[7]==kode2[7] && token[8]==kode2[8]){
    cell.Rcpt(number);
    cell.Message("Anda telah berhasil melakukan pengisian token
sebesar Rp20.000. Pulsa anda bertambah 48,19kWh.*S-Meter*");
    cell.SendSMS();
    mySerial.write('w');
    cell.DeleteAllSMS();
}
else if (token[0]==kode3[0] && token[1]==kode3[1] &&
token[2]==kode3[2] && token[3]==kode3[3] && token[4]==kode3[4]
&& token[5]==kode3[5] && token[6]==kode3[6] &&
token[7]==kode3[7] && token[8]==kode3[8]){
    cell.Rcpt(number);
    cell.Message("Anda telah berhasil melakukan pengisian token
sebesar Rp50.000. Pulsa anda bertambah 120,48kWh.*S-Meter*");
    cell.SendSMS();
    mySerial.write('e');
    cell.DeleteAllSMS();
}
else if (token[0]==kode4[0] && token[1]==kode4[1] &&
token[2]==kode4[2] && token[3]==kode4[3] && token[4]==kode4[4]
&& token[5]==kode4[5] && token[6]==kode4[6] &&
token[7]==kode4[7] && token[8]==kode4[8]){
    cell.Rcpt(number);
    cell.Message("Anda telah berhasil melakukan pengisian token
sebesar Rp100.000. Pulsa anda bertambah 240,96kWh.*S-Meter*");
    cell.SendSMS();
    mySerial.write('r');
    cell.DeleteAllSMS();
}
}

```



```
cell.DeleteAllSMS();
Serial.println("kirim");
indexsms=1;
}
else if(inChar == 'k' && indexsms==1){
    Serial.println("tahan");
}
else if(inChar == 'l'){
    Serial.println("aman");
    indexsms=0;
}
else{
}
}
}
```

Listing Visual Studio

Public Class frmLogin

```
Private Sub btnLogin_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal  
e As System.EventArgs) Handles btnLogin.Click  
    If txtUser.Text = "s-meter" And txtPass.Text = "fajarnajmi" Then  
        frmData.ShowDialog()  
    Else : MsgBox("Password salah!", vbCritical, "Kesalahan")  
    End If  
    Me.Close()  
End Sub  
End Class
```

Public Class frmData

```
Private Sub btnBaca_Click_1(ByVal sender As System.Object,  
ByVal e As System.EventArgs) Handles btnBaca.Click  
    DataGridView1.Rows.Clear()  
    For Each line As String In  
System.IO.File.ReadAllLines("E:\DATALOG.csv")  
        DataGridView1.Rows.Add(line.Split(","))  
  
    Next  
End Sub  
  
Private Sub btnExit_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e  
As System.EventArgs) Handles btnExit.Click  
    If MsgBox("Yakin keluar aplikasi?", vbQuestion + vbOKCancel,  
"Konfirmasi") = vbOK Then  
        Me.Close()  
        frmLogin.Close()  
    Else : Me.Show()  
    End If  
End Sub
```

```

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles Button1.Click
    If TextBox2.Text <> "" And TextBox1.Text = "" Then
        DataGridView1.Rows.Clear()
        For Each line As String In
System.IO.File.ReadAllLines("E:\DATALOG.csv")
            Dim splits = line.Split(",")
            Dim jam As String = ""
            Try
                jam = splits(1).ToString().Substring(1,
TextBox2.Text.Length)
            Catch
                jam = ""
            End Try
            If TextBox2.Text.ToString = jam Then
                DataGridView1.Rows.Add(line.Split(", "))
            End If
        Next
    End If

    If TextBox1.Text <> "" And TextBox2.Text = "" Then
        DataGridView1.Rows.Clear()
        For Each line As String In
System.IO.File.ReadAllLines("E:\DATALOG.csv")
            Dim splits = line.Split(",")
            If TextBox1.Text = splits(0).ToString() Then
                DataGridView1.Rows.Add(line.Split(", "))
            End If
        Next
    End If

    If TextBox1.Text <> "" And TextBox2.Text <> "" Then
        DataGridView1.Rows.Clear()
        For Each line As String In
System.IO.File.ReadAllLines("E:\DATALOG.csv")
            Dim splits = line.Split(",")
            Dim jam As String = ""
            Try

```

```

        jam = splits(1).ToString().Substring(1,
TextBox2.Text.Length)
    Catch
        jam = ""
    End Try
    If TextBox1.Text = splits(0).ToString() And
TextBox2.Text.ToString = jam Then
        DataGridView1.Rows.Add(line.Split(","))
    End If
Next
End If

If TextBox1.Text.ToString = "" And TextBox2.Text.ToString = ""
Then
    MsgBox("Tanggal atau jam harus di isi", vbCritical,
"Kesalahan")
End If
End Sub
End Class

```

Lampiran B

Datasheet

Datasheet ATmega328

Features

- High Performance, Low Power AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4K/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATmega48PA/88PA/168PA/328P
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - 0 - 20 MHz @ 1.8 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48PA/88PA/168PA/328P:
 - Active Mode: 0.2 mA
 - Power-down Mode: 0.1 µA
 - Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)

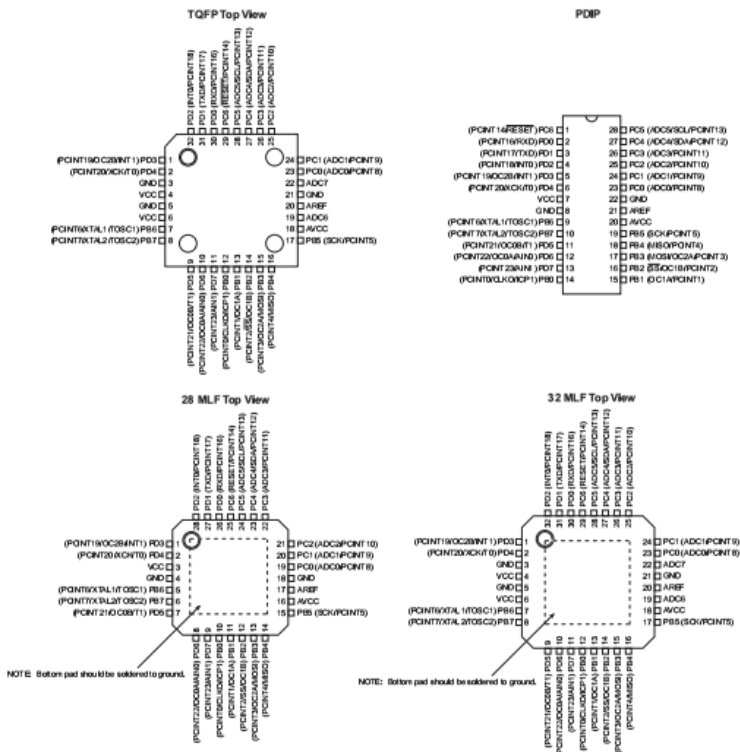


8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 4/8/16/32K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega48PA
ATmega88PA
ATmega168PA
ATmega328P

1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



1.1 Pin Descriptions**1.1.1 VCC**

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 82 and "System Clock and Clock Options" on page 26.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5..0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 28-3 on page 318. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 85.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

The various special features of Port D are elaborated in "Alternate Functions of Port D" on page 88.

- 1.1.7 AV_{CC}** AV_{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6..4 use digital supply voltage, V_{CC}.
- 1.1.8 AREF** AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.
- 1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)** In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

Datasheet ATmega2560

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- Non-volatile Program and Data Memories
 - 64K/128K/256K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 4K Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 8K Bytes Internal SRAM
 - Up to 64K Bytes Optional External Memory Space
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timers/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Output Compare Modulator
 - 8/16-channel, 10-bit ADC
 - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 51/86 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - 64-lead (ATmega1281/2561)
 - 100-lead (ATmega640/1280/2560)
 - 100-lead TQFP (64-lead TQFP Option)
- Temperature Range:
 - -40° C to 85° C Industrial
- Speed Grade:
 - ATmega1281/2561V/ATmega640/1280/2560V:
 - 0 - 4 MHz @ 1.8 - 3.5V, 0 - 8 MHz @ 2.7 - 5.5V
 - ATmega640/1280/1281/2560/2561:
 - 0 - 8 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 16 MHz @ 4.5 - 5.5V



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 256K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega1281/2561V
ATmega640/1280/2560V

Advance
Information

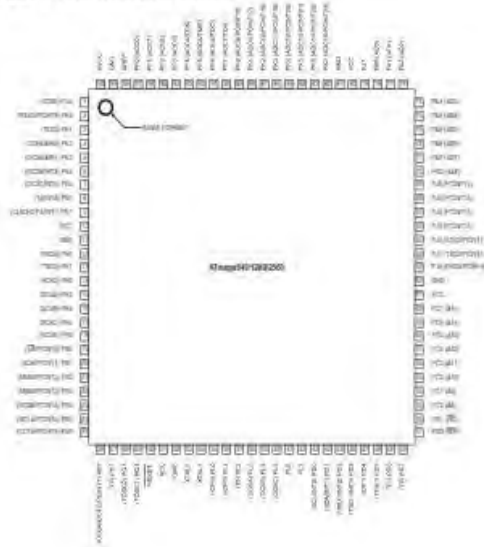
0293-AVR-0200





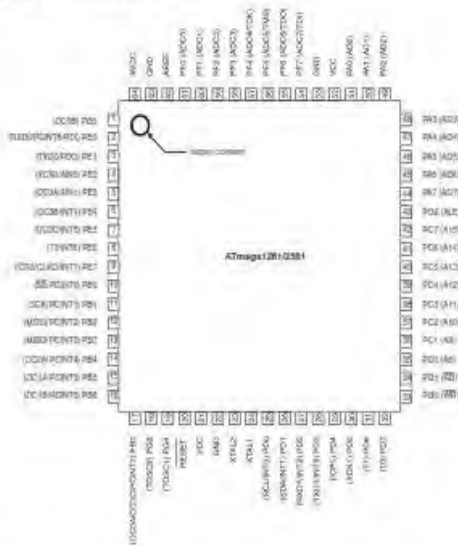
Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega640/1280/2560



ATmega640/1280/1281/2560/2561

Figure 2. Pinout ATmega1281/2561



Note: The large center pad underneath the QFN/MLF package is made of metal and internally connected to GND. It should be soldered or glued to the board to ensure good mechanical stability. If the center pad is left unconnected, the package might loosen from the board.

Disclaimer

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



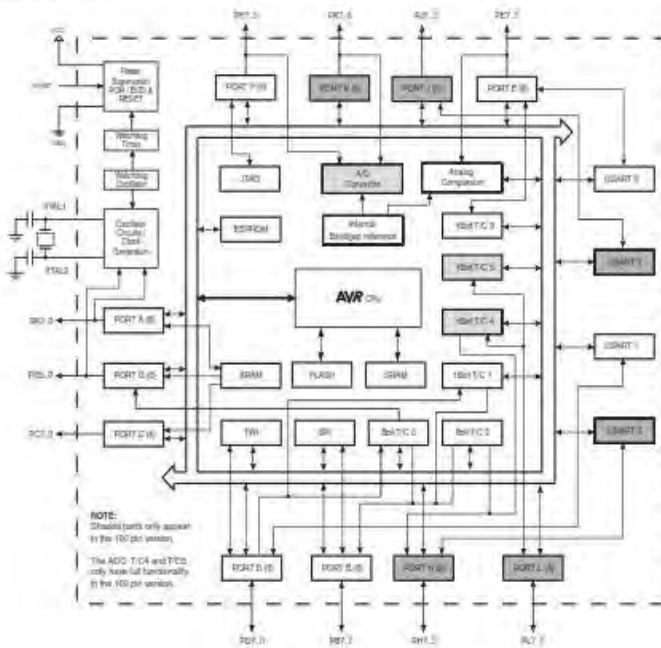


Overview

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega640/1280/1281/2560/2561 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 3. Block Diagram





Comparison Between ATmega1281/2561 and ATmega640/1280/2560

Each device in the ATmega640/1280/1281/2560/2561 family differs only in memory size and number of pins. Table 1 summarizes the different configurations for the six devices.

Table 1. Configuration Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	General Purpose I/O pins	16 bits resolution PWM channels	Serial USARTs	ADC Channels
ATmega640	54KB	4KB	8KB	80	12	4	16
ATmega1280	128KB	4KB	8KB	80	12	4	16
ATmega1281	128KB	4KB	8KB	54	0	2	8
ATmega2560	256KB	4KB	8KB	80	12	4	16
ATmega2561	256KB	4KB	8KB	54	0	2	8

Pin Descriptions

VCC

Digital supply voltage.

GND

Ground.

Port A (PA7..PA0)

Port A is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port A pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port A also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 88.

Port B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B has better driving capabilities than the other ports.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 89.

Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port C also serves the functions of special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 92.

Port D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source

ATmega640/1280/1281/2560/2561

	<p>current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 94.</p>
Port E (PE7..PE0)	<p>Port E is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port E output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port E pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port E pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port E also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 96.</p>
Port F (PF7..PF0)	<p>Port F serves as analog inputs to the A/D Converter.</p> <p>Port F also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port F output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port F pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port F pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PF7(TDI), PF5(TMS), and PF4(TCK) will be activated even if a reset occurs.</p> <p>Port F also serves the functions of the JTAG interface.</p>
Port G (PG5..PG0)	<p>Port G is a 6-bit I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port G output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port G pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port G pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port G also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 102.</p>
Port H (PH7..PH0)	<p>Port H is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port H output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port H pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port H pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port H also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 104.</p>
Port J (PJ7..PJ0)	<p>Port J is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port J output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port J pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port J pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port J also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 106.</p>
Port K (PK7..PK0)	<p>Port K serves as analog inputs to the A/D Converter.</p>



Port K is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port K output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port K pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port K pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port K also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 108.

Port L (PL7..PL0)

Port L is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port L output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port L pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port L pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port L also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 110.

RESET

Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 23 on page 98. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

XTAL1

Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting Oscillator amplifier.

AVCC

AVCC is the supply voltage pin for Port F and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

AREF

This is the analog reference pin for the A/D Converter.

About Code Examples

This documentation contains simple code examples that briefly show how to use various parts of the device. Be aware that not all C compiler vendors include bit definitions in the header files and interrupt handling in C is compiler dependent. Please confirm with the C compiler documentation for more details.

These code examples assume that the part specific header file is included before compilation. For I/O registers located in extended I/O map, "IN", "OUT", "SBIS", "SBIC", "CBI", and "SBI" instructions must be replaced with instructions that allow access to extended I/O. Typically "LDS" and "STS" combined with "SBR", "SBR", "SBR", and "CBR".



±5ppm, I²C Real-Time Clock

DS3231M

General Description

The DS3231M is a low-cost, extremely accurate, I²C real-time clock (RTC). The device incorporates a battery input and maintains accurate timekeeping when main power to the device is interrupted. The integration of the microelectromechanical systems (MEMS) resonator enhances the long-term accuracy of the device and reduces the piece-part count in a manufacturing line. The DS3231M is available in the same footprint as the popular DS3231 RTC.

The RTC maintains seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with an AM/PM indicator. Two programmable time-of-day alarms and a 1Hz output are provided. Address and data are transferred serially through an I²C bidirectional bus. A precision temperature-compensated voltage reference and comparator circuit monitors the status of V_{CC} to detect power failures, to provide a reset output, and to automatically switch to the backup supply when necessary. Additionally, the RST pin is monitored as a pushbutton input for generating a microprocessor reset. See the Block Diagram for more details.

Applications

Power Meters
Industrial Applications

Ordering Information

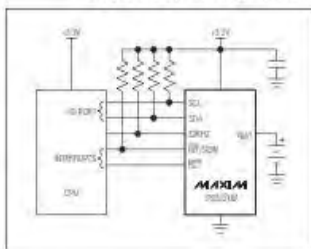
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
DS3231M24	-40°C to +85°C	8 SQ
DS3231M24/V4	-40°C to +85°C	8 SQ
DS3231M16	-40°C to +85°C	16 SQ

+ Denotes a lead/Pb-free/RoHS-compliant package.
/V denotes an automotive qualified part.

Features

- Timekeeping Accuracy ±5ppm (±0.432 Second/Day) from -40°C to +85°C
- Battery Backup for Continuous Timekeeping
- Low Power Consumption
- Footprint and Functionally Compatible to DS3231
- Complete Clock Calendar Functionality Including Seconds, Minutes, Hours, Day, Date, Month, and Year with Leap Year Compensation Up to Year 2100
- Two Time-of-Day Alarms
- 1Hz and 32.768kHz Outputs
- Reset Output and Pushbutton Input with Debounce
- Fast (400kHz) I²C-Compatible Serial Bus
- +2.3V to +5.5V Supply Voltage
- Digital Temp Sensor with ±3°C Accuracy
- -40°C to +85°C Temperature Range
- 8-Pin or 16-Pin SO Packages
- Underwriters Laboratories (UL) Recognized

Typical Operating Circuit



Note: Some revisions of this device may incorporate deviations from published specifications in order to ensure 5M10pin reliability of very dense packages may be simultaneously available through various sales channels. For information about device status, go to www.maxim-ic.com/status



Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim Direct at 1-888-629-4642.

±5ppm, I²C Real-Time Clock

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to GND	-0.5V to +0.0V	Lead Temperature (soldering, 70s)	+300°C
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C	Soldering Temperature (reflow)	+260°C
Storage Temperature Range	-50°C to +125°C		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational section of the specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

(T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}		2.3	3.3	5.5	V
	V _{BAT}		2.3	3.0	5.5	V
Logic 1	V _{IH}		0.7 × V _{CC}		V _{CC} + 0.3	V
Logic 0	V _{IL}		-0.3		0.3 × V _{CC}	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—FREQUENCY AND TIMEKEEPING

(V_{CC} or V_{BAT} = 4.33V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = 4.33V, V_{BAT} = 4.30V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
1Hz Frequency Tolerance	Δf/f _{NOM}	Measured over ≥ 10s interval			±5	ppm
1Hz Frequency Stability vs. V _{CC} Voltage	Δf/f			±1		ppm/V
Timekeeping Accuracy	f _{ERR}			±0.432		Seconds/Day
32kHz Frequency Tolerance	Δf/f _{NOM}			±2.5		%

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS—GENERAL

(V_{CC} = 4.33V to 4.55V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = 4.33V, V_{BAT} = 4.30V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Supply Current (I _{CC} Active: Includes Temperature Conversion Current)	I _{CC(A)}	V _{CC} = 4.333V			300	μA
		V _{CC} = V _{CC(MAX)}			300	μA
Standby Supply Current (I _{CC(S)} Inactive: Includes Temperature Conversion Current)	I _{CC(S)}	V _{CC} = 4.333V			130	μA
		V _{CC} = V _{CC(MAX)}			250	μA
Temperature Conversion Current (I _{CC(TEMP)} Inactive)	I _{CC(TEMP)}	V _{CC} = 4.333V			575	μA
		V _{CC} = V _{CC(MAX)}			870	μA

±5ppm, I²C Real-Time Clock

DS3231M

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS—GENERAL (continued)

(V_{CC} = +2.5V to +5.5V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = 4.33V, V_{BAT} = +3.0V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Power-Fail Voltage	V _{PF}		2.45	2.570	2.70	V
Logic 0 Output (30kHz, I _T (I _{OL}), SDA)	V _{OL}	I _{OL} = 8mA		0.4		V
Logic 0 Output (RST)	V _{OL}	I _{OL} = 1mA		0.4		V
Output Leakage (30kHz, I _T (I _{OL}), SDA)	I _{CO}		-0.1	+0.1		µA
Input Leakage (SCL)	I _I		-0.1	+0.1		µA
RST I/O Leakage	I _{OL}		-300	+30		µA
V _{BAT} Leakage	I _{BAT,LEAK}			25	100	nA
Temperature Accuracy	TEMP _{ACC}	V _{CC} or V _{BAT} = ±3.3V		±3		°C
Temperature Conversion Time	t _{CONV}			50		ms
Pushbutton Debounce	PB _{DB}			250		ms
Reset Active Time	t _{RST}			250		ms
Oscillator Stop Flag (OSF) Delay	t _{OSF}	(Note 2)		125	200	ms

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS—V_{BAT} CURRENT CONSUMPTION

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = +2.5V to +5.5V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 4.5V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Battery Current (I _{CC} Active) (Note 3)	I _{BATA}	V _{BAT} = +3.03V V _{CC} = V _{BAT,MAX}		70		µA
Timekeeping Battery Current (I _{CC} Inactive) (Note 3)	I _{BATT}	V _{BAT} = +3.03V, EN32KHZ = 0 V _{BAT} = V _{BAT,MAX} , EN32KHZ = 0	2	3.0		µA
Temperature Conversion Current (I _{CC} Inactive)	I _{BATTC}	V _{BAT} = +3.03V V _{CC} = V _{BAT,MAX}		0.75		µA
Data Retention Current (Oscillator Stopped and I _{CC} Inactive)	I _{BATDR}	T _A = +25°C		100		nA

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS—POWER SWITCH

(T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.) (Figure 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{CC} Fall Time, V _{PREMAX} to V _{PREMIN}	t _{VCCF}			300		µs
V _{CC} Rise Time, V _{PREMIN} to V _{PREMAX}	t _{VCCR}			0		µs
Recovery at Power-Up	t _{REC}	(Note 4)		250	300	ms

MAXIM

3

SFP+ Controller with Digital LDD Interface

DAC1, DAC2 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.3V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Main Oscillator Frequency	f_{osc}			5		MHz
Delta-Sigma Input-Clock Frequency	f_{cs}			$f_{osc}/2$		MHz
Reference Voltage Input (REFVIN)	V_{refin}	Minimum 0.1 μ F to GND	0	V_{CC}		V
Output Range			0	V_{refin}		V
Output Resolution		See the Delta-Sigma Outputs (DAC1 and DAC2) section for details.		8		Bits
Output Impedance	R_{os}			35	100	Ω

ANALOG QUICK-TRIP CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.3V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
MON2, TYP HI, TYP LO Full-Scale Voltage	V_{ajc}			2.5		V
HBIAS, LOG Full-Scale Voltage				1.25		V
MON2 Input Resistance			35	50	65	$k\Omega$
Resolution				8		Bits
Error		$T_A = +25^{\circ}C$		± 2		%FS
Integral Nonlinearity			-3	+1		LSB
Differential Nonlinearity			-1	+1		LSB
Temperature Drift			-2.5	+2.5		%FS
LDD Offset				-5		mV

ANALOG VOLTAGE MONITORING CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.3V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ADC Resolution				13		Bits
Input/Supply Accuracy (MON1-MON4, V_{CC})	ACC	At factory setting		0.25	0.50	%FS
Update Rate for Temperature (MON1-MON4, and V_{CC})	t_{im}			64	75	ms
Input/Supply Offset (MON1-MON4, V_{CC})	V_{os}	(Note 3)		0	5	LSB
Factory Setting	MON1-MON4	(Note 4)		2.5		V
	V_{CC}			0.1000		
	MON3 Fint			312.0		μ V

±5ppm, I²C Real-Time Clock

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS—I²C INTERFACE

(V_{CC} of V_{BAT} = 4.3.3V to 4.5.5V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = 4.3.3V, V_{BAT} = 4.3.0V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 5, Figure 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}		0	400		kHz
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t _{FREE}		1.3			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HD, STA}		0.6			μs
Low Period of SCL	t _{LOW}		1.3			μs
High Period of SCL	t _{HIGH}		0.6			μs
Data Hold Time	t _{HD, DAT}		0	0.5		μs
Data Set-Up Time	t _{SU, DAT}		100			ns
START Set-Up Time	t _{SU, STA}		0.6			μs
SDA and SCL Rise Time	t _r	(Note 6)	20 + 0.1C _D		300	ns
SDA and SCL Fall Time	t _f	(Note 6)	20 + 0.1C _D		300	ns
STOP Set-Up Time	t _{SU, STO}		0.6			μs
SDA, SCL Input Capacitance	C _{IN1}	(Note 7)		10		pF

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: The parameter t_{FREE} is the period of time the oscillator must be stopped for the DSF flag to be set.

Note 3: Includes the temperature conversion current (averaged).

Note 4: This delay applies only if the oscillator is enabled, if the E_{OSC} bit is 1, f_{SCL} is bypassed and RST immediately goes high. The state of RST does not affect the I²C interface or RTC functions.

Note 5: Interface timing shown is for fast mode (400kHz) operation. This device is also backward-compatible with standard mode PC timing.

Note 6: C_D: Total capacitance of one bus line in picofarads.

Note 7: Guaranteed by design; not 100% production-tested.

±5ppm, I²C Real-Time Clock

DS3231M

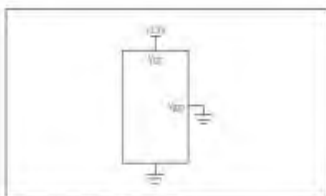


Figure 4. Single Supply (VCC Only)

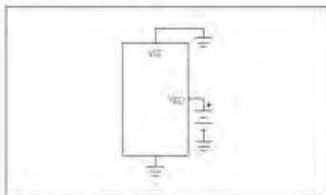


Figure 5. Single Supply (VBAT Only)

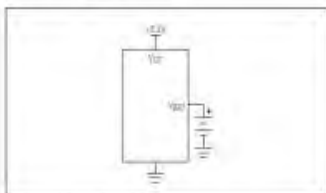


Figure 6. Dual Power Supply

High-Accuracy Time Base

The temperature sensor, oscillator, and digital adjustment controller logic form the highly accurate time base. The controller reads the output of the on-board temperature sensor and adjusts the final 1Hz output to maintain the required accuracy. The device is trimmed at the factory to maintain a tight accuracy over the operating temperature range. When the device is powered by VCC, the adjustment occurs once a second. When the device is powered by VBAT, the adjustment occurs once every 10s to conserve power. Adjusting the 1Hz time base less often does not affect the device's long-term timekeeping accuracy. The device also contains an Aging Offset register that allows a constant offset (positive or negative) to be added to the factory-trimmed adjustment value.

Power-Supply Configurations

The DS3231M can be configured to operate on a single power supply (using either VCC or VBAT) or in a dual-supply configuration, which provides a backup supply source to keep the timekeeping circuits alive during absence of primary system power.

Figure 4 illustrates a single-supply configuration using VCC only, with the VBAT input grounded. When VCC < V_{REF}, the RST output is asserted (active low). Temperature conversions are executed once per second.

Figure 5 illustrates a single-supply configuration using VBAT only, with the VCC input grounded. The RST output is disabled and is held at ground through the connection of the internal pullup resistor. Temperature conversions are executed once every 10s.

Figure 6 illustrates a dual-supply configuration, using the VCC supply for normal system operation and the VBAT supply for backup power. In this configuration, the power-selection function is provided by a temperature-compensated voltage reference and a comparator circuit that monitors the VCC level. When VCC is greater than V_{REF}, the device is powered by VCC. When VCC is less than V_{REF} but greater than VBAT, the device is powered

Table 1. Power Control

CONFIGURATION	CONDITION	I/O ACTIVE	NO INACTIVE	RST
VCC Only (Figure 4)	VCC > V _{REF}	I _{CCA}	I _{CCS}	Inactive (High)
	VCC < V _{REF}			Active (Low)
VBAT Only (Figure 5)	EDSC = 0	I _{BVBA}	I _{BATT}	Disabled (Low)
	EDSC = 1		I _{BATDR}	
Dual Supply (Figure 6)	VCC > V _{REF}	I _{CCA}	I _{CCS}	Inactive (High)
	VCC < V _{REF}	VCC > V _{BAT} I _{CCBA} VCC < V _{BAT} I _{CCBA}	VCC > V _{BAT} I _{CCS} VCC < V _{BAT} I _{BATT}	Active (Low)

MAXIM

9

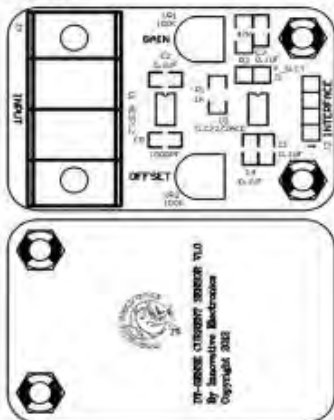
DT-Sense Current Sensor

DT-Sense Current Sensor merupakan jenis modul sensor arus yang menggunakan IC sensor arus linear berbasis Hall-Effect ACS712 produksi Allegro. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Untuk modul DT-SENSE dengan tipe with OpAmp, telah ditambahkan rangkaian OpAmp sehingga sensitivitas pengukuran arus dapat lebih ditingkatkan dan dapat mengukur perubahan arus yang lebih kecil. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun konsumen. 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.

Spesifikasi

1. Berbasis ACS712 dengan fitur:
 - Rise time output = 5 μ s.
 - Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
 - Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja $T_A = 25^{\circ}\text{C}$.
 - Tahanan konduktif internal 1,2 m Ω .
 - Tegangan isolasi minimum 2,1 kV_{max} antara pin 1-4 dan pin 5-8.
 - Sensitivitas output 185 mV/A.
 - Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
 - Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.
2. Tegangan kerja 5 VDC.
3. Dilengkapi dengan OpAmp untuk meningkatkan sensitivitas output (untuk tipe With OpAmp).

Tata Letak



Alokasi Pin INTERFACE (J2)			
Pin	Nama		Fungsi
1	VCC	Input	Tegangan 5 VDC
2	Out	Output	Output dari sensor
3	Out_Amp	Output	Output dari OpAmp
4	Ground	-	Titik referensi ground

Tegangan output ACS712 terhubung ke pin **Out** dan tegangan output rangkaian OpAmp terhubung ke **Out_Amp**.

Pada tipe **Without OpAmp**, pin **Out_Amp** dapat diabaikan.

Rumus tegangan pada pin **Out** = $2,5 \pm (0,185 \times I)$ Volt dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere.

Pada tipe **With OpAmp**, modul sudah dilengkapi dengan rangkaian OpAmp yang dapat digunakan untuk meningkatkan sensitivitas dan mengubah offset pada tegangan output OpAmp (pin **Out_Amp**).

Sensitivitas atau Gain diatur melalui VR1 sedangkan offset diatur melalui VR2.

Pada tipe **With OpAmp** telah dilengkapi pula dengan filter untuk mengurangi noise dengan efek samping bandwidth output menjadi lebih kecil.

Bandwidth output dapat dibuat kembali maksimal (menghancurkan filter) dengan melepas jumper F_SUCT (J1).

Isi CD/DVD

1. Manual DT-Sense Current Sensor.
2. Datasheet.
3. Website Offine Innovative Electronics.

Prosedur Pengujian

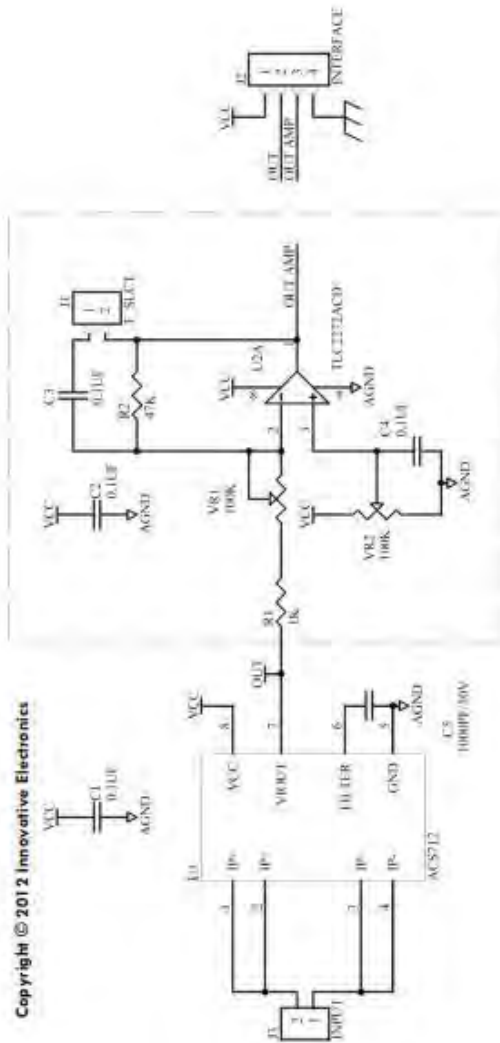
Pengujian sederhana dapat dilakukan dengan langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Hubungkan **VCC** (pin 1) pada modul DT-SENSE dengan sumber tegangan 5 Volt dan pin 4 dengan ground.
2. Ukur tegangan **Out** (pin 2) pada modul DT-SENSE dengan voltmeter.
3. Jika tidak ada arus yang lewat melalui input, maka **Out** akan bernilai sekitar 2,5 Volt.
4. Jika modul **DT-SENSE CURRENT SENSOR** dilengkapi dengan OpAmp, maka atur Offset (VR2) sehingga nilai **Out_Amp** menjadi sekitar 2,5 Volt.
5. Lewatkan arus listrik melalui jalur input. Semakin besar arus yang melewati input, semakin besar pula perubahan tegangan pada pin **Out** dan pin **Out_Amp**.
6. Karena sifat dari rangkaian OpAmp yang digunakan, jika tegangan **Out** lebih kecil dari 2,5 Volt, maka tegangan **Out_Amp** akan lebih besar dari pada 2,5 Volt.
7. Sebaliknya, jika tegangan **Out** lebih besar dari 2,5 Volt, maka tegangan **Out_Amp** akan lebih kecil dari pada 2,5 Volt.

Terima Kasih atas kepercayaan Anda menggunakan produk kami, bila ada kekhawatiran, pertanyaan, atau saran mengenai produk ini silahkan menghubungi technical support kami.

support@innovativeelectronics.com

Copyright © 2012 Innovative Electronics



Datasheet SDCard

2. Product Specifications

For all the following specifications, values are defined at ambient temperature and nominal supply voltage unless otherwise stated.

2.1. System Environmental Specifications

Table 2-1. System Environmental Specifications

Temperature	Operating: -25° C to 85° C Non-Operating: -40° C to 85° C
Humidity	Operating: 25% to 95%, non-condensing Non-Operating: 25% to 95%, non-condensing
ESD Protection	Contact Pads: ± 4kV, Human body model according to ANSI ESD/ESD-S5, 1-1998 Non Contact Pad Area: ± 8kV (coupling plane discharge) ± 15kV (air discharge) Human body model per IEC61000-4-2

2.2. Reliability and Durability

Table 2-2. Reliability and Durability Specifications

Durability	10,000 mating cycles
Bending	10N
Torque	0,15Nm or ±2.5 deg.
Drop Test	1.5m free fall
UV Light Exposure	UV: 254nm, 15W/cm ² according to ISO 7816-1
Visual Inspection/Shape and Form	No warpage; no mold skin; complete form; no cavities; surface smoothness ≤ 0.1 mm/cm ² within contour; no cracks; no pollution (oil, dust, etc.)
Minimum Moving Force of WP Switch	40 gf (ensures that the WP switch will not slide while it is inserted in the connector).
WP Switch Cycles	Minimum 1,000 Cycles (j) slide force 0.4N to 5N

2.3. Typical Card Power Requirements

Table 2-3. Card Power Requirements

VDD (ripple: max, 60 mV peak to peak)	2.7 V – 3.6 V
---------------------------------------	---------------

(Ta = 25°C @3 V)

	Value	Measurement	Notes
Sleep	250	uA	Max
Read	65	mA	Max
Write	75	mA	Max

2.4. System Performance

Table 2-4. System Performance

	Typical	Maximum
Block Read Access Time		
Binary Products	1.5msec	100msec
MLC Products	10msec	100msec
Block Write Access Time		
Binary Products	24msec	250msec
MLC Products	40msec	250msec
CMD1 to Ready (after power up)	50msec	500msec
Sleep to Ready	1msec	2msec

NOTES: All values quoted are under the following conditions:

- 1) Voltage range: 2.7 V to 3.6 V.
- 2) Temperature range: -25° C to 85° C.
- 3) Are independent of the SD Card clock frequency.

2.5. System Reliability and Maintenance

Table 2-5. System Reliability and Maintenance Specifications

MTBF	> 1,000,000 hours
Preventive Maintenance	None
Data Reliability	< 1 non-recoverable error in 10 ¹⁴ bits read
Endurance	100,000 write/erase cycles (typical)

2.6. Physical Specifications

Refer to Table 2-6 and to Figures 2-1 through 2-3 for SD Card physical specifications and dimensions.

Table 2-6. Physical Specifications

Weight	2.0 g. maximum
Length	32mm \pm 0.1mm
Width	24mm \pm 0.1mm
Thickness:	2.1mm \pm 0.15mm (in substrate area only, 2.25mm maximum)

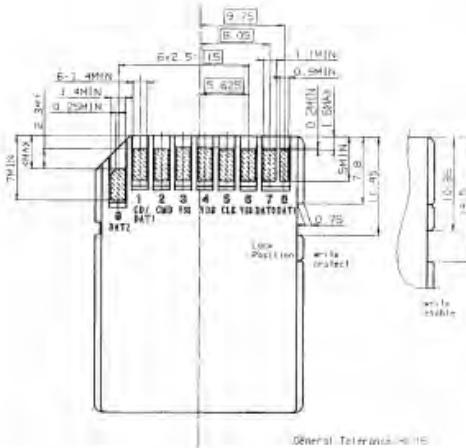


Figure 2-1. SD Card Dimensions

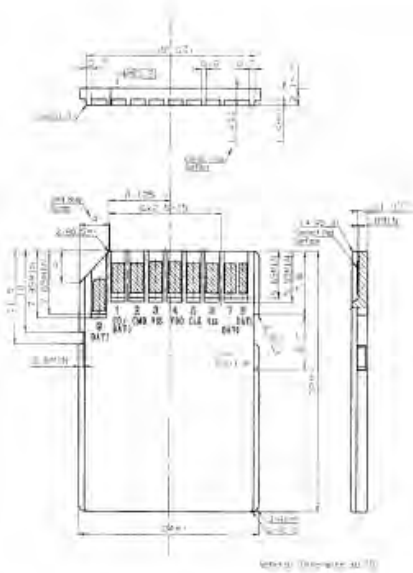
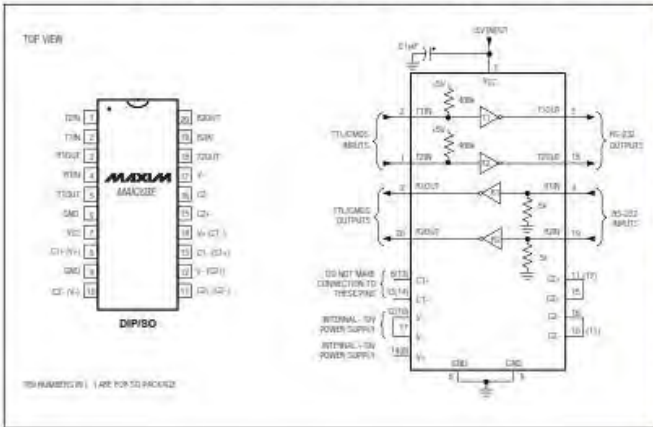


Figure 2-2. SD Card Dimensions

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

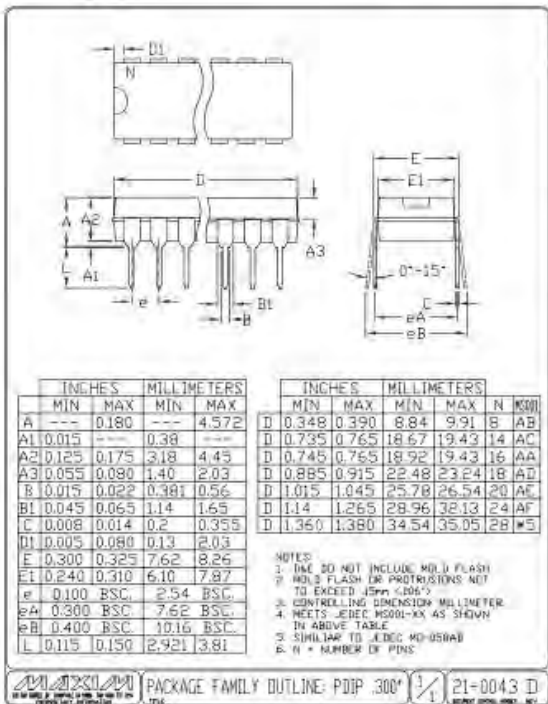
Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Package Information

(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specification. For the latest package outline information, go to www.maxim-ic.com/packages.)



MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

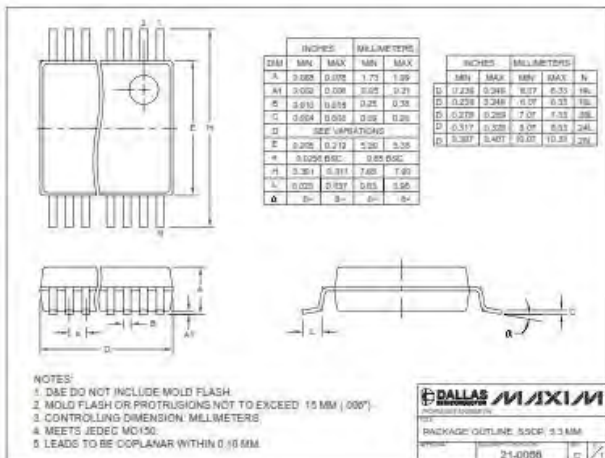
MAXIM

28

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Package Information (continued)

(The package drawing(s) to this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information, go to www.maxim-ic.com/packages.)



Advanced Monolithic Systems

AMS1117

800mA LOW DROPOUT VOLTAGE REGULATOR

FEATURES

- Three Terminal Adjustable or Fixed Voltages*
1.5V, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V and 5.0V
- Output Current of 800mA
- Operates Down to 1V Dropout
- Line Regulation: 0.2% Max.
- Load Regulation: 0.4% Max.
- SOT-223 and TO-252 package available

APPLICATIONS

- High Efficiency Linear Regulators
- Post Regulators for Switching Supplies
- 5V to 3.3V Linear Regulator
- Battery Chargers
- Active SCSI Terminators
- Power Management for Notebook
- Battery Powered Instrumentation

GENERAL DESCRIPTION

The AMS1117 series of adjustable and fixed voltage regulators are designed to provide 800mA output current and to operate down to 1V input-to-output differential. The dropout voltage of the device is guaranteed maximum 1.3V at maximum output current, decreasing at lower load currents.

On-chip trimming adjusts the reference voltage to 1%. Current limit is also trimmed, minimizing the stress under overload conditions on both the regulator and power source circuitry.

The AMS1117 devices are pin compatible with other three-terminal SCSI regulators and are offered in the low profile surface mount SOT-223 package and in the TO-252 (DPAK) plastic package.

ORDERING INFORMATION:

PACKAGE TYPE		OPERATING JUNCTION TEMPERATURE RANGE
TO-252	SOT-223	
AMS1117CD	AMS1117	0 to 125° C
AMS1117CD-1.5	AMS1117-1.5	0 to 125° C
AMS1117CD-1.8	AMS1117-1.8	0 to 125° C
AMS1117CD-2.5	AMS1117-2.5	0 to 125° C
AMS1117CD-2.85	AMS1117-2.85	0 to 125° C
AMS1117CD-3.3	AMS1117-3.3	0 to 125° C
AMS1117CD-5.0	AMS1117-5.0	0 to 125° C

*For additional available fixed voltages contact factory.

PIN CONNECTIONS

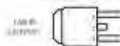
FIXED VERSION ADJUSTABLE VERSION

- | | |
|-------------|--------------|
| 1- Ground | 1- Adjust |
| 2- V_{in} | 2- V_{out} |
| 3- V_{in} | 3- V_{in} |

SOT-223 Top View



TO-252 (DPAK)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

Power Dissipation	Internally limited
Input Voltage	15V
Operating Junction Temperature	
Control Section	0°C to 125°C
Power Transistor	0°C to 150°C
Storage temperature	-65°C to +150°C

Soldering information	
Lead Temperature (10 sec)	300°C
Thermal Resistance	
TO-252 package	$\theta_{JA} = 80^\circ\text{C/W}$
SOT-223 package	$\theta_{JA} = 90^\circ\text{C/W}^*$

* With package soldering to copper area over backside ground plane or internal power plane. θ_{JA} can vary from 40°C/W to 100°C/W depending on mounting technique and the size of the copper area.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Electrical Characteristics at $I_{LOAD} = 0\text{ mA}$, and $T_{Junction} = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

Parameter	Device	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Reference Voltage (V _{REF})	AMS1117	$I_{REF} = 10\text{ mA}$	1.230	1.250	0.262	V
		$0\text{ mA} < I_{REF} < 100\text{ mA}$, $0.5\text{ V} < V_{IN} - V_{REF} < 15\text{ V}$	1.235	1.250	1.270	V
Output Voltage (V _{OUT})	AMS1175-2.5	$0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$, $2.0\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$	1.873	1.500	1.213	V
			1.870	1.500	1.424	V
	AMS1175-0.8	$0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$, $1.3\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$	1.782	1.800	1.818	V
			1.775	1.800	1.827	V
	AMS1175-2.5	$0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$, $3.0\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$	2.475	2.500	2.525	V
			2.460	2.500	2.560	V
	AMS1175-2.85	$0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$, $3.3\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$	2.82	2.850	2.88	V
			2.79	2.850	2.91	V
	AMS1175-3.1	$0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$, $3.7\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$	3.267	3.300	3.333	V
			3.235	3.300	3.365	V
	AMS1175-0.8	$0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$, $6.3\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$	4.930	5.000	5.050	V
			4.960	5.000	5.100	V
Line Regulation	AMS117	$I_{LOAD} = 10\text{ mA}$, $0.5\text{ V} < (V_{IN} - V_{OUT}) < 12\text{ V}$		0.015	0.2	%
				0.020	0.2	%
	AMS1175-0.8	$3.0\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$		0.3	5	mV
				0.6	6	mV
	AMS1175-0.8	$3.3\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$		0.7	5	mV
				0.6	6	mV
	AMS1175-2.5	$4.0\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$		0.1	6	mV
				0.6	6	mV
	AMS1175-2.85	$4.3\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$		0.2	9	mV
				0.6	6	mV
	AMS1175-3.1	$4.7\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$		0.5	10	mV
				1.0	10	mV
	AMS1175-0.8	$6.3\text{ V} < V_{IN} < 12\text{ V}$		0.2	10	mV
				1.0	10	mV
Load Regulation (Notes 2, 3)	AMS117	$(V_{IN} - V_{OUT}) = 5\text{ V}$, $0\text{ mA} < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$		0.1	0.2	%
				0.2	0.4	%
	AMS1175-0.8	$V_{IN} = 3\text{ V}$, $0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$		7	10	mV
				8	20	mV
	AMS1175-0.8	$V_{IN} = 3\text{ V}$, $0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$		3	10	mV
				8	20	mV
	AMS1175-2.5	$V_{IN} = 3\text{ V}$, $0 < I_{LOAD} < 800\text{ mA}$		3	12	mV
				8	20	mV

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Electrical Characteristics at $I_{OUT} = 0$ mA, and $T_C = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

Parameter	Device	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Load Regulation (Notes 2, 3)	AMS1117-2.5	$V_{IN} = 5V, 0 < I_{OUT} < 100\text{mA}$		3	12	mV
	AMS1175-2	$V_{IN} = 5V, 0 < I_{OUT} < 100\text{mA}$		5	15	mV
	AMS1175-5	$V_{IN} = 5V, 0 < I_{OUT} < 100\text{mA}$		5	20	mV
Dropout Voltage ($V_{IN} = V_{OUT}$)	AMS1117-2.5 (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L)	$\Delta V_{IN} = \Delta V_{OUT} = 1\text{V}, I_{OUT} = 100\text{mA}$ (Note 4)		1.1	1.3	V
	AMS1175-2 (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L)	$\Delta V_{IN} = \Delta V_{OUT} = 1\text{V}$	0.0	1.00	1.50	mV
	AMS1175-5 (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L)	$\Delta V_{IN} = \Delta V_{OUT} = 1\text{V}$				
Maximum Load Current	AMS1117	$(V_{IN} - V_{OUT}) < 1V$ (Note 5)		5	10	mA
Output Current	AMS1175-2.5 (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L)	$V_{IN} < 12V$		5	10	mA
Ripple Rejection	AMS1117	$f = 120\text{Hz}$, $C_{IN} = 22\mu\text{F}$ Tantalum, $I_{OUT} = 100\text{mA}$, $(V_{IN} - V_{OUT}) = 3V$, $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$	0.0	75		dB
	AMS1175-2.5 (A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L)	$f = 120\text{Hz}$, $C_{IN} = 22\mu\text{F}$ Tantalum, $I_{OUT} = 100\text{mA}$, $V_{IN} = 5V$	0.0	72		dB
	AMS1175-3	$f = 120\text{Hz}$, $C_{IN} = 22\mu\text{F}$ Tantalum, $I_{OUT} = 100\text{mA}$, $V_{IN} = 0.3V$	0.0	72		dB
	AMS1175-5	$f = 120\text{Hz}$, $C_{IN} = 22\mu\text{F}$ Tantalum, $I_{OUT} = 100\text{mA}$, $V_{IN} = 0.3V$	0.0	68		dB
Thermal Regulation	AMS1117	$T_C = 25^\circ\text{C}$, 30ms pulse	0.00	0.04	100	
Adjust Pin Current	AMS1117	$10\text{mA} < I_{IN} < 100\text{mA}$, $(V_{IN} - V_{OUT}) < 12V$		55	120	µA
Adjust Pin Current: Charge	AMS1117	$10\text{mA} < I_{IN} < 100\text{mA}$, $(V_{IN} - V_{OUT}) < 12V$		0.2	5	µA
Temperature Stability				0.5		%
Long Term Stability		$T_C = 25^\circ\text{C}$, 1000hrs		0.2	1	%
RMS Output Noise (% of V_{OUT})		$T_C = 25^\circ\text{C}$, $0.01\text{Hz} < f < 10\text{kHz}$		0.000		%
Thermal Resistance junction-to-case					12	$^\circ\text{C/W}$

Parameters identified with **boldface type** apply over the full operating temperature range.**Note 1:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics. The guaranteed specifications apply only for the test conditions listed.**Note 2:** Line and load regulation are guaranteed up to the maximum power dissipation of 1.2 W. Power dissipation is determined by the input/output differential and the output current. Unaccounted maximum power dissipation will not be available over the full output current range.**Note 3:** Line thermal regulation specifications for changes in output voltage due to heating effects. Line and load regulation are measured at a constant junction temperature by low duty cyclic pulse loading. Load regulation is measured at the output load (I_{OUT}) from the package.**Note 4:** Dropout voltage is specified over the full output current range of the device.**Note 5:** Maximum load current is defined as the maximum output current required to maintain regulation. When $1.5\text{V} < (V_{IN} - V_{OUT}) < 12V$ the device is guaranteed to regulate if the output current is greater than 10mA.

APPLICATION HINTS

The AMS1117 series of adjustable and fixed regulators are easy to use and are protected against short circuit and thermal overloads. Thermal protection circuitry will shut-down the regulator should the junction temperature exceed 165°C at the sense point.

Pin compatible with older three terminal adjustable regulators, these devices offer the advantage of a lower dropout voltage, more precise reference tolerance and improved reference stability with temperature.

Stability

The circuit design used in the AMS1117 series requires the use of an output capacitor as part of the device frequency compensation. The addition of 22µF solid tantalum on the output will ensure stability for all operating conditions.

When the adjustment terminal is bypassed with a capacitor to improve the supply rejection, the requirement for an output capacitor increases. The value of 22µF tantalum covers all cases of bypassing the adjustment terminal. Without bypassing the adjustment terminal smaller capacitors can be used with equally good results.

To ensure good transient response with heavy load current changes capacitor values on the order of 100µF are used in the output of many regulators. To further improve stability and transient response of linear devices larger values of output capacitor can be used.

Protection Diodes

Unlike older regulators, the AMS1117 family does not need any protection diodes between the adjustment pin and the output and from the output to the input to prevent over-stressing the diode-resistor network limiting the internal current pulls on the AMS1117 adjustment pin, therefore even with capacitors on the adjustment pin no protection diode is needed to ensure device safety under short-circuit conditions.

Diodes between the input and output are not usually needed. Microsecond surge currents of 50A to 100A can be handled by the internal diode between the input and output pins of the device. In normal operation it is difficult to get those values of surge currents even with the use of large output capacitances. If high value output capacitors are used, such as 1000µF to 5000µF and the input pin is instantaneously shorted to ground, damage can occur. A diode from output to input is recommended, when a crowbar circuit at the input of the AMS1117 is used (Figure 1).

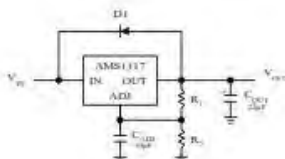


Figure 1.

Output Voltage

The AMS1117 series develops a 1.25V reference voltage between the output and the adjust terminal. Placing a resistor between these two terminals causes a constant current to flow through R1 and down through R2 to set the overall output voltage. This current is normally the specified minimum load current of 10mA. Because I_{adj} is very small and constant it represents a small error and it can usually be ignored.

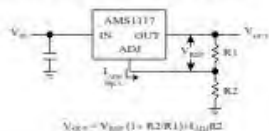


Figure 2. Basic Adjustable Regulator

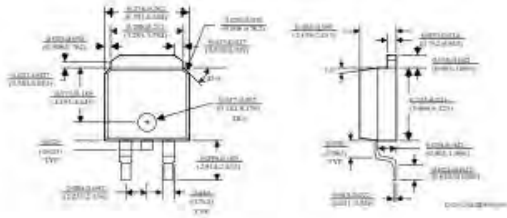
Load Regulation

True remote load sensing it is not possible to provide, because the AMS1117 is a three terminal device. The resistance of the wire connecting the regulator in the load will limit the load regulation. The data sheet specification for load regulation is measured at the bottom of the package. Negative side sensing is a true Kelvin connection, with the bottom of the output divider removed to the negative side of the load. The best load regulation is obtained when the top of the resistor divider R1 is connected directly to the case, not to the load. If R1 were connected to the load, the effective resistance between the regulator and the load would be:

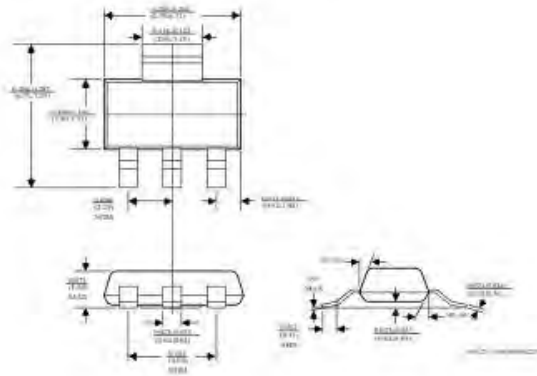
$$R_T = \left(\frac{R_2 - R_1}{R_1} \right) \cdot R_P = \text{Parasitic Load Resistance}$$

PACKAGE DIMENSIONS inches (millimeters) unless otherwise noted.

TO-252 PLASTIC PACKAGE (D)



3 LEAD SOT-223 PLASTIC PACKAGE



Advanced Monolithic Systems, Inc. 6680B Sierra Lane, Dublin, CA 94568 Phone (925) 556-9090 Fax (925) 556-9140



SFP+ Controller with Digital LDD Interface

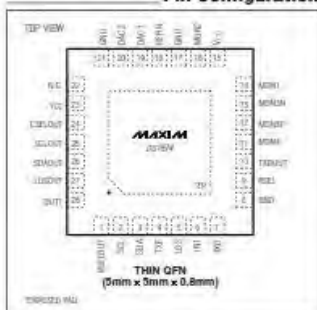
General Description

The DS1874 controls and monitors all functions for SFP, SFP+ and SFP+ modules including all SFF-8472 functionality. The combination of the DS1874 with the MAX3798/MAX3798 laser driver/limiting amplifier provides APC (OSP), modulation current control, and eye safety functionality. The DS1874 continuously monitors for high output current, high bias current, and low and high transmit power to ensure that laser shutdown for eye safety requirements are met without adding external components. Six ADC channels monitor VCC, temperature, and four external monitor inputs (MON1–MON4) that can be used to meet all monitoring requirements. MDN3 is differential with support for common mode to VCC. Two digital-to-analog (DAC) outputs with temperature-increased lookup tables (LUTs) are available for additional monitoring and control functionality.

Applications

SFP, SFP+, and SFP+ Transceiver Modules

Pin Configuration



Features

- ◆ Meets All SFF-8472 Control and Monitoring Requirements
- ◆ Laser Bias Controlled by APC Loop and Temperature LUT to Compensate for Tracking Error
- ◆ Laser Modulation Controlled by Temperature LUT
- ◆ Six Analog Monitor Channels: Temperature, VCC, MON1–MON4
 - MON1–MON4 Support Internal and External Calibration
 - Scalable Dynamic Range
 - Internal Direct-to-Digital Temperature Sensor Alarm and Warning Flags for All Monitored Channels
- ◆ Two 9-BIT Delta-Sigma Outputs with 36 Entry Temperature LUTs
- ◆ Digital I/O Pins: Five Inputs, Five Outputs
- ◆ Comprehensive Fault-Measurement System with Maskable Laser Shutdown Capability
- ◆ Flexible, Two-Level Password Scheme Provides Three Levels of Security
- ◆ 256 Additional Bytes Located at A0h Slave Address
- ◆ I²C-Compatible Interface
- ◆ 3-Wire Master to Communicate with the MAX3798/MAX3798 Laser Driver/Limiting Amplifier
- ◆ +2.85V to +3.5V Operating Voltage Range
- ◆ -40°C to +95°C Operating Temperature Range
- ◆ 28-Pin TQFN (5mm x 5mm) Package

DS1874

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
DS1874*	-40°C to +95°C	28 TQFN-EP*
DS1874T+T&R	-40°C to +95°C	28 TQFN-EP*

*Denotes a lead(Pb)-free/Pb-free package
 T&R = Tape and Reel
 EP = Exposed pad

SFP+ Controller with Digital LDD Interface

DS1874

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on M0N1-M0N4, RSEL, INT, LOS, TXF, and TXD Pins
Relative to Ground -0.5V to (V_{CC} + 0.5V)¹

Voltage Range on V_{CC}, SDA, SCL, QUT1, RSELOUT, and LOSOUT Pins
Relative to Ground -0.5V to +6V

Operating Temperature Range -40°C to +85°C
Programming Temperature Range 0°C to +85°C
Storage Temperature Range -55°C to +125°C
Soldering Temperature Refer to the IPC/JEDEC J-STD-030 Specification

¹S_D(sel) is not electrolytic +HV.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

(T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Main Supply Voltage	V _{CC}	(Note 1)	+2.85	+3.9		V
High-Level Input Voltage (SDA, SCL, SDAOUT)	V _{IH}		0.7 × V _{CC}		V _{CC} + 0.3	V
Low-Level Input Voltage (SDA, SCL, SDAOUT)	V _{IL}		-0.3		0.3 × V _{CC}	V
High-Level Input Voltage (TXD, TXF, RSEL, INT, LOS)	V _{IH}		2.0		V _{CC} + 0.3	V
Low-Level Input Voltage (TXD, TXF, RSEL, INT, LOS)	V _{IL}		+0.3		+0.8	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.85V to +3.9V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current	I _{CC}	(Notes 1, 2)		2.0	10	mA
Output Leakage (SDA, SDAOUT, QUT1, RSELOUT, LOSOUT, TXF)	I _{OL}				1	µA
Low-Level Output Voltage (SDA, SDAOUT, SCLOUT, CSELOUT, QUT1, RSELOUT, LOSOUT, TXDOUT, DAC1, DAC2, TXF)	V _{OL}	I _{OL} = 4mA I _{OL} = 6mA			0.4 0.6	V
High-Level Output Voltage (DAC1, DAC2, SCLOUT, SDAOUT, CSELOUT, TXDOUT)	V _{OH}	I _{OH} = 4mA	V _{CC} - 0.4			V
TxDOUT Before EPPFCM Recall				10	100	nA
DAC1 and DAC2 Before LUT Recall		Figure 11		10	100	nA
Input Leakage Current (SCL, TXD, LOS, RSEL, INT)	I _I				1	µA
Digital Power-On Reset	POD		-1.0		2.2	V
Analog Power-On Reset	POA		-2.0		2.75	V

MAXIM

5

SFP+ Controller with Digital LDD Interface

DAC1, DAC2 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.3V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Main Oscillator Frequency	f_{osc}			5		MHz
Delta-Sigma Input-Clock Frequency	f_{clk}			$f_{osc}/2$		MHz
Reference Voltage Input (REFIN)	V_{REFIN}	Minimum 0.1 μ F to GND	0	V_{CC}		V
Output Range			0	V_{REFIN}		V
Output Resolution		See the Delta-Sigma Outputs (DAC1 and DAC2) section for details.		8		Bits
Output Impedance	R_{OS}			35	100	Ω

ANALOG QUICK-TRIP CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.3V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
MON2, TP ⁺ HI, TP ⁺ LO Full-Scale Voltage	V_{AFC}			2.5		V
HBIAS ₁ , LQS Full-Scale Voltage				1.20		V
MON2 Input Resistance			30	50	60	k Ω
Resolution				8		Bits
Error		$T_A = +25^{\circ}C$		± 2		%FS
Integral Nonlinearity			-1		+1	LSB
Differential Nonlinearity			-1		+1	LSB
Temperature Drift			-2.5		+2.5	%FS
LDD Offset				-5		mV

ANALOG VOLTAGE MONITORING CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.3V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ADC Resolution				13		Bits
Input Supply Accuracy (MON1-MON4, V_{CC})	ACC	At factory setting		0.25	0.50	%FS
Update Rate for Temperature (MON1-MON4, and V_{CC})	f_{rm}			64	75	ms
Input Supply Offset (MON1-MON4, V_{CC})	V_{OS}	(Note 3)		0	5	LSB
Factory Setting	MON1-MON4	(Note 4)		2.5		V
	V_{CC}			0.0036		
	MON3 Pmb			312.0		μ V

SFP+ Controller with Digital LDD Interface

DS1874

DIGITAL THERMOMETER CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.0V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Thermometer Error	T_{ERR}	$-40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$	-3		+3	$^{\circ}C$

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.0V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
TXD Enable	t_{CEV}	From 1 TXD (Notes 5, 6)			5	μs
Recovery from TXD Disable (Figure 14)	t_{COV}	From 1 TXD (Notes 5, 7)			1	ns
Recovery After Power-Up	t_{RST_PAC}	From 1 $V_{CC} > V_{CC}$ LO alarm (Notes 5, 8)			20	ms
Fault Reset Time (to TXF = 0)	t_{RST_F}	From 1 TXD			131	ms
	t_{RST_P}	From 1 $V_{CC} > V_{CC}$ LO alarm (Note 8)			101	ms
Fault Assert Time (to TXF = 1)	t_{FAULT}	After HTXP, LTXP, HBATH, IBIASMAX (Note 9)	0.4		50	μs
LOSOUT Assert Time	t_{LOS_ON}	LLO (Notes 9, 10)	0.4		50	μs
LOSOUT Deassert Time	t_{LOS_OFF}	HLOG (Notes 9, 11)	0.4		50	μs

TIMING CHARACTERISTICS (CONTROL LOOP AND QUICK TRIP)

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.0V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output-Enable Time Following PCA	t_{EVT}	(Note 8)			20	ns
Binary Search Time	t_{SEARCH}	(Note 12)	8		10	BIAS Samples

3-WIRE DIGITAL INTERFACE SPECIFICATION

($V_{CC} = +2.85V$ to $+3.0V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+95^{\circ}C$, timing referenced to $V_{IL(MIN)}$ and $V_{IH(MAX)}$, unless otherwise noted. See Figure 15.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SQLOUT Clock Frequency	f_{SQLOUT}	(Note 13)		833		kHz
SQLOUT Duty Cycle	t_{DUTY}			50		%
SDAOUT Setup Time	t_{OS}		100			ns
SDAOUT Hold Time	t_{OH}		100			ns
CSELOUT Pulse-Width Low	t_{CPLW}		500			ns
CSELOUT Leading Time Before the First SQLOUT Edge	t_L		300			ns
CSELOUT Trailing Time After the Last SQLOUT Edge	t_T	(Note 14)	500			ns
SDAOUT, SQLOUT Load	C_{EXT}	Total bus capacitance on one line (Note 14)			10	pF

MAXIM

7

SFP+ Controller with Digital LDD Interface

I²C AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.85V to +3.3V; T_A = -40°C to +85°C; timing referenced to V_{L(MAX)} and V_{H(MIN)}, unless otherwise noted. See Figure 17.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}	(Note 13)	0	400		kHz
Clock Pulse-Width Low	t _{LOW}		1.3			μs
Clock Pulse-Width High	t _{HIGH}		0.6			μs
Bus-Free Time Between STOP and START Condition	t _{BUSY}		1.3			μs
START Hold Time	t _{HD,START}		0.6			μs
START Setup Time	t _{SU,START}		0.6			μs
Data Out Hold Time	t _{HO,DATA}		0	0.9		μs
Data In Setup Time	t _{SU,DATA}		100			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t _r	(Note 14)	20 + 0.1C _D	300		ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t _f	(Note 14)	20 + 0.1C _D	300		ns
STOP Setup Time	t _{SU,STOP}		0.6			μs
EEPROM Write Time	t _W	(Note 15)		20		ms
Capacitive Load for Each Bus Line	C _D			400		pF

NONVOLATILE MEMORY CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.85V to +3.3V, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
EEPROM Write Cycles		A ₁ +25°C		200,000		
		A ₁ +85°C		50,000		

Note 1: All voltages are referenced to ground. Currents into the IC is positive, and current out of the IC is negative.

Note 2: Inputs are at supply rail. Outputs are not loaded.

Note 3: This parameter is guaranteed by design.

Note 4: Full-scale is user programmable.

Note 5: The DACs and the bias and modulation DACs found in the MAX9798/MAX9799 are controlled by the DS1874.

Note 6: The DS1874 is configured with TDDOUT connected to the MAX9798/MAX9799 DISABLE input.

Note 7: This includes writing to the modulation DAC and the initial step written to the bias DAC.

Note 8: A temperature conversion is completed and the modulation register value is reparsed from the LUT and V_{CC} has been measured to be above V_{CC,LO} alarm.

Note 9: The timing is determined by the choice of the update rate setting (see Table 62H, Register 88h).

Note 10: This specification is the time it takes from MON3 voltage falling below the LLOS trip threshold to LOGOUT asserted high.

Note 11: This specification is the time it takes from MON3 voltage rising above the HLOS trip threshold to LOGOUT asserted low.

Note 12: Assuming an appropriate initial step is programmed that would cause the power to exceed the APC set point within 100 steps, the bias current will be within 3% within the time specified by the binary search time. See the BIAS and MODULA-TION Control During Power-Up section.

Note 13: I²C interface timing shown is for fast mode (400kHz). This device is also backward compatible with PC standard mode timing.

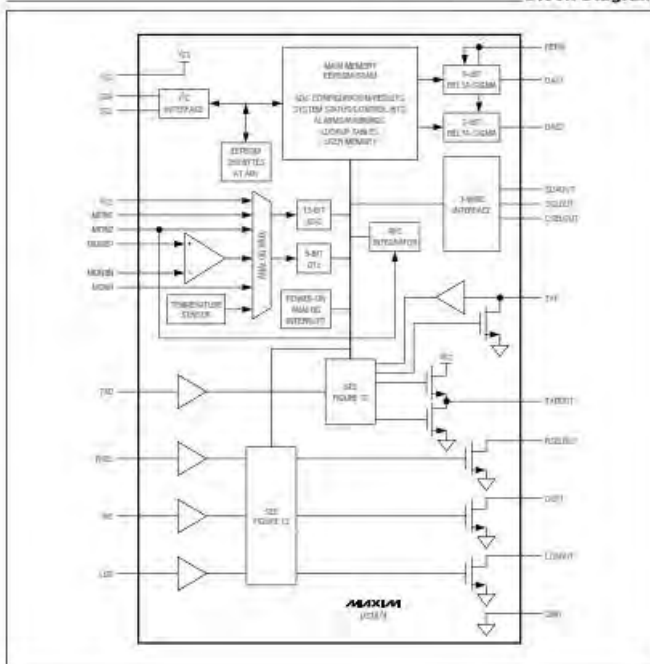
Note 14: C_D—the total capacitance of the bus line in pF.

Note 15: EEPROM write begins after a STOP condition occurs.

SFP+ Controller with Digital LDD Interface

Block Diagram

DS1874



Datasheet HRS4

HRS4(H) Relay



HRS4(H) Relay

1.COIL DATA

1-1.Nominal Voltage	3 to 48VDC
1-2.Coil Resistance	Refer to Table 1
1-3.Operate Voltage	Refer to Table 1
1-4.Release Voltage	Refer to Table 1
1-5.Nominal Power Consumption	300 to 450mW

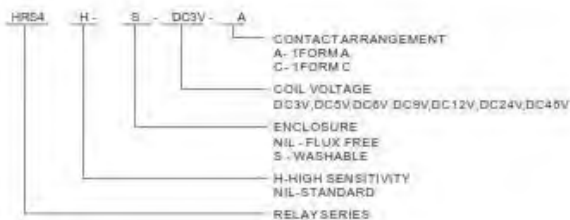
2.CONTACT DATA

2-1.Contact Arrangement	1 Form A, 1 Form C
2-2.Contact Material	Ag Alloy
2-3.Contact Rating	10A 120VAC/24VDC, 10A/6A 250VAC(1C) 15A 120VAC/24VDC, 10A 250VAC(1A)
2-4.Max.Switching Voltage	TV-5 110VDC/240VAC
2-5.Max.Switching Current	15A
2-6.Max.Switching Power	1600VA, 360W
2-7.Contact Resistance(Initial)	≤ 50mΩ . at 6VDC 1A
2-8.Life Expectancy	
Electrical	100,000 operations at nominal load
Mechanical	10,000,000 operations

3.GENERAL DATA

3-1.Insulation Resistance	Min. 1000MΩ . at 500VDC
3-2.Dielectric Strength	750VAC, 1min between open contacts 1,500VAC, 1min between contacts and coil
3-3.Operate Time	Max. 10ms
3-4.Release Time	Max. 3ms
3-5.Temperature Range	-30 to +55 °C
3-6.Shock Resistance	
Endurance	$1,000m/s^2$
Misoperation	$100m/s^2$
3-7.Vibration Resistance	
Endurance	10 to 55Hz, 1.5mm Double Amplitude
Misoperation	10 to 55Hz, 1.5mm Double Amplitude
3-8.Heating	50±2°C 96hs
3-9.Cold	-40±2°C 96hs
3-10.Humidity	35% to 85%RH
3-11.Weight	12gr.
3-12.Safety Standard	UL NO.E164730 TUV NO.30036495 CSA NO.LR109368 CQC NO.02001001295

4. ORDERING CODE



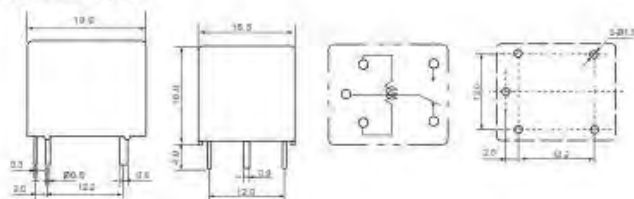
5. COIL DATA CHART

at 20 °C

ORDERING CODE	COIL VOLTAGE VDC	COIL RESISTANCE (3-10%)	OPERATE VOLTAGE VDC	RELEASE VOLTAGE VDC	POWER CONSUMPTION mW
HR54-(S)-DC 3V	3	20	2.1	0.30	450
HR54-(S)-DC 5V	5	50	3.5	0.50	
HR54-(S)-DC 6V	6	60	4.2	0.60	
HR54-(S)-DC 9V	9	100	6.3	0.90	
HR54-(S)-DC 12V	12	320	6.4	1.20	
HR54-(S)-DC 24V	24	620	16.6	2.40	
HR54-(S)-DC 48V	48	6200	33.6	4.60	300
HR54H-(S)-DC 3V	3	25	2.1	0.30	
HR54H-(S)-DC 5V	5	70	3.5	0.50	
HR54H-(S)-DC 6V	6	100	4.2	0.60	
HR54H-(S)-DC 9V	9	225	6.3	0.90	
HR54H-(S)-DC 12V	12	400	6.4	1.20	
HR54H-(S)-DC 24V	24	1600	16.6	2.40	
HR54H-(S)-DC 48V	48	6400	33.6	4.00	

Table 1

6. DIMENSIONS (in mm)



Datasheet Modem GSM



Maestro 100 Series

GSM/GPRS Modems
Eco - Lite - 100M - Extended

USER MANUAL

Rev. 01



c. 15-Pin D-Sub Female connector (RS232/Audio)

The connector provides serial link and audio link to the modem



Pin number	Name	EIA designation	Type	Note
1	DCD	Data Carrier Detect	Output	
2	TX	Transmit Data	Input	
3	BOOT		Input	Not used
4	MICROPHONE (+)		Input	With 2VDC bias output
5	MICROPHONE (-)		Input	
6	RX	Receive Data	Output	
7	DSR	Data Set Ready	Output	
8	DTR	Data Terminal Ready	Input	
9	GND	Ground	Ground	
10	SPEAKER (+)		Output	
11	CTS	Clear To Send	Output	
12	RTS	Request To Send	Input	
13	RI	Ring Indicator	Output	
14	RESET		Input	Pull low to reset
15	SPEAKER (-)		Output	

Specification of microphone and speaker to be connected:

Parameters	Min	Typical	Max	Remark
Microphone current @2V/2K Ohm		0.5mA		
Microphone input level			100 mVpp	
Speaker output current 150 Ohm/ 1nF		16mA		
Speaker Impedance	32ohm	50Ohm		

Please refer to the document "Application notes - Power supply & Audio" for more information about audio connection.

d. 4-Pin connector (Power input/output)

A cable, included in the package shall be used for power supply connection:



Pin assignment of 4-Pin connector:

Pin number	Name	Functions
1	I/O	Input/Output port
2	~INTR	Interrupt function triggered by pulling this pin to ground or LOW level; reserved for additional functions with new firmware
3	POWER -	DC power negative input
4	POWER +	DC power positive input



2. Basic operation

Followings are examples of some AT commands. Please refer to the AT command document for a full description.

Note: Issue AT+CME=1 to have extended error code (+CME ERROR)

Description	AT commands	Modem response	Comments
Network registration checking	AT+CREG?	CREG=<mode>,1	Modem registered to the network
		CREG=<mode>,2	Registration lost, re-registration attempt
		CREG=<mode>,0	Modem not registered on the network, no registration attempt
Receiving signal strength	AT+CSQ	+CSQ:20,0	The first parameter has to be at least 15 for normal communication
Receiving an incoming call		RING	An incoming call is waiting
	ATA	OK	Answer the call
Make a call	ATD1234567;	OK	Don't forget the ";" at the end for "voice" call
		OK	Communication established
		CME ERROR : 11	PIN code not entered (with +CME = 1 mode)
		CME ERROR : 3	AOC credit exceeded or a communication is already established
Make an emergency call	ATD 112;		Don't forget the ";" at the end for "voice" call
		OK	
Communication loss		NO CARRIER	
Hang up	ATH		
		OK	
Enter PIN code	AT+CPIN=1234	OK	PIN Code accepted
		+CME ERROR : 16	Incorrect PIN code (with +CME = 1 mode)
		+CME ERROR : 3	PIN already entered (with +CME = 1 mode)
Saves parameters in non-volatile memory	AT&W		
		OK	The configuration settings are stored



CHAPTER 4: SPECIFICATIONS

- Quad Band GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
 - Support Data, SMS, Voice and Fax
 - Max power output: 2W(900MHz), 1W(1800MHz)
 - Group 3 FAX support (Class 1 and 2)
 - GPRS Class B class 10 (4Rx+1Tx or 3Rx+2Tx) at maximum speed* (not applicable for Maestro 100 Eco)
 - SIM Tool Kit Class 2
 - AT command set (GSM 07.05, GSM 07.07 and WAVECOM proprietary)
- *Note: available slot for GPRS connection is network dependent.

Power requirements:

Input voltage range	5V - 32V
Rated current	650 mA

Typical current consumption:

	@5V	@12V	@32V
GSM850 communication mode PCL5	310mA	130mA	50mA
EGSM900 communication mode PCL5	310mA	130mA	50mA
DCS1800 communication mode PCL0	240mA	100mA	40mA
PCS1900 communication mode PCL0	240mA	100mA	40mA
GPRS 850 Class 10 [^]	520mA	220mA	80mA
GPRS900 class 10 [^]	520mA	220mA	80mA
GPRS1800 class 10 [^]	390mA	160mA	70mA
GPRS1900 Class 10 [^]	390mA	160mA	70mA
Idle mode	35mA	16mA	8mA
Idle mode with power saving	12mA	11mA	5mA

[^]Note: Not applicable to Maestro 100 Eco

Interfaces:

- SIM Holder
- 15 pin sub-D connector
- 4 pin power supply connector
- SMA antenna connector (50 Ohm)

Dimensions

- Overall size: 88mm x 60mm x 26mm
- Weight: 100g
- Temperature range:
 - Operating: -30°C to +75°C (Ext model)
 - 20°C to +55°C (Other models)
 - Storage: -40°C to +85°C (Ext model)
 - 25°C to +70°C (Other model)



CHAPTER 5: APPENDIX

1. Factory settings

The modem has the following factory settings. Please refer to the AT command document for the meaning of each setting.

Related AT commands	Factory settings	Description
AT+IPR	115200 (9600 for Eco)	DTE-DCE data rate
AT+IFC	2,2	DTE-DCE flow control
AT+ICF	3,4	DTE-DCE character framing
ATE	1	ECHO
AT&C	1	DCD signal
AT&D	2	DTR signal
ATQ	0	Result code suppression
ATV	1	Response format
AT&S	1	DSR signal
ATSO	0	Auto answer
AT+CLIP	0	Calling line ID presentation
AT+CRLP		Calling line ID restriction
AT+CSCS	"PCCP437"	Character Set
AT+CMGF	1	Short message format
AT+CSMP	1,67,0,0	Text mode parameters*
AT+CNMI	0,1,0,0	New message indication*

*Note: settings stored in SIM, not in modem

2. Input/Output port

This port can be configured as either an input one or an output one.

To configure it as an input port, first issue AT+WIOW=2, 0 to disable the output port. Use AT+WIOR=3 to read the status of this input port. Response +WIOR: 0 represent Logic HIGH (>3V); Response +WIOR: 1 represent Logic LOW (<0.5). To use it as an output port, issue AT+WIOW=2, 1 will turn it on and it will drain current to ground. The current is recommended not to exceed 5mA. Issue AT+WIOW=2,0 will turn it off.

3. RS232 Auto-online mode (power saving)

When being in the auto-online, the RS232 transceiver will shut down most of its hardware to save power if it does not detect a valid input for more than 100uS. The RS232 transceiver will wake up when valid input is detected again.

By default, the RS232 transceiver is put in auto-online. This mode can be turned off by issuing AT+WIOM=,16.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR RIWAYAT PENULIS

A. KETERANGAN PRIBADI

Nama Lengkap : Fajar Wahyu Kurniyanto
Nomor Pokok Mahasiswa : 2212038002
Tempat & Tgl.Lahir : Temanggung,
13 Juli 1994
Jenis kelamin : Laki-laki
Alamat Rumah : Telaga Mukti RT.05 RW.07 C122,
Jurang, Temanggung.
Alamat di Surabaya : Jalan Smean 3 No.4, Keputih Tegal,
Sukolilo
No. Telpon Rumah : -
No. Telpon Surabaya : -
No. HP : 085748433063
Email : fajar13.wahyu@gmail.com
Kegemaran/Hobby : Olahraga



B. PENDIDIKAN :

S M U : SMAN 1 Temanggung
Lulus Tahun : 2012
Perguruan Tinggi : Bidang Studi Teknik Listrik, Program Studi
D3 Teknik Elektro, ITS Lulus Tahun : 2015

C. PENGALAMAN :

Kamjin FOG ITS 2012

Wasit IBC ITS 2012

Kamjin IARC 2013

Surabaya, 06 Juli 2015

Yang membuat,

(Fajar Wahyu Kurniyanto)

DAFTAR RIWAYAT PENULIS

A. KETERANGAN PRIBADI

Nama Lengkap : Najmi Fushila Madina
Nomor Pokok Mahasiswa : 2212038013
Tempat & Tgl.Lahir : Banyuwangi,
31 Juli 1994
Jenis kelamin : Perempuan
Alamat Rumah : Jalan Ikan Layur No.22 Banyuwangi
Alamat di Surabaya : Semolowaru Utara Gg VIII No.26
No. Telpon Rumah : (0333) 414038
No. Telpon Surabaya : -
No. HP : 085608035352
Email : najmi.fushila.madina@gmail.com
Kegemaran/Hobby : kuliner



B. PENDIDIKAN :

S M U : SMAN 1 Glagah, Banyuwangi
Lulus Tahun : 2012
Perguruan Tinggi : Bidang Studi Teknik Listrik, Program Studi
D3 Teknik Elektro, ITS Lulus Tahun : 2015

C. PENGALAMAN :

Sekretaris Dept Ristek 2013-2014

Staff Dept Kaderisasi BSO Salman Al Farisi 2013-2014

Asisten Laboratorium Elektronika Terapan

Surabaya, 06 Juli 2015

Yang membuat,

(Najmi Fushila Madina)