

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TE 145561**

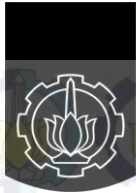
**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI  
GANGGUAN *OVERLOAD* PADA TRANSFORMATOR  
DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER YANG  
DILENGKAPI DENGAN GIS**

Bismo Ishyafaputro  
NRP 2213038001

Vergusta Chandra Charisma  
NRP 2213038015

Dosen Pembimbing  
Ir. Arif Musthofa, M.T.  
Suwito, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**FINAL PROJECT - TE 145561**

**DESIGN OF EARLY WARNING SYSTEM OVERLOAD  
DISTRIBUTION TRANSFORMER BASED ON  
MICROCONTROLLER EQUIPPED WITH GIS**

Bismo Ishyafaputro  
ID 2213038001

Vergusta Chandra Charisma  
ID 2213038015

*Supervisor*  
Ir. Arif Musthofa, M.T.  
Suwito, S.T., M.T.

**ELECTRICAL ENGINEERING D3 STUDY PROGRAM**  
*Faculty of Industrial Technology*  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

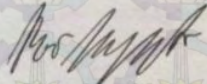
## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Gangguan *Overload* Pada Transformator Distribusi Berbasis Mikrokontroler Yang Dilengkapi Dengan GIS**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

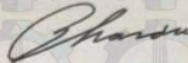
Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 2 Juni 2016



Bismo Ishyafaputro  
NRP 2213038001



Vergusta Chandra Charisma  
NRP 2213038015

**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI  
GANGGUAN OVERLOAD PADA TRANSFORMATOR  
DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER YANG  
DILENGKAPI DENGAN GIS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik

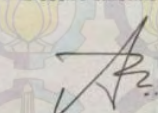
Pada  
Bidang Studi Teknik Listrik  
Program Studi D3 Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

  
Ir. Anif Musthofa, M.T.  
NIP. 196608111992031004

Dosen Pembimbing II

  
Suwito, S.T., M.T.  
NIP. 198101052005011004

**SURABAYA  
JUNI, 2016**

**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI  
GANGGUAN *OVERLOAD* PADA TRANSFORMATOR  
DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER YANG  
DILENGKAPI DENGAN GIS**

**Nama Mahasiswa 1 : Bismo Ishyafaputro**  
**NRP : 2213038001**  
**Nama Mahasiswa 2 : Vergusta Chandra Charisma**  
**NRP : 2213038015**  
**Dosen Pembimbing 1 : Ir. Arif Musthofa, M.T.**  
**NIP : 19660811 199203 1 004**  
**Dosen Pembimbing 2 : Suwito, S.T., M.T.**  
**NIP : 19810105 200501 1 004**

**ABSTRAK**

Salah satu gangguan pada distribusi tenaga listrik, yaitu beban lebih (*overload*) transformator distribusi. Sampai saat ini PLN belum punya sistem peringatan dini bila transformatornya akan mengalami kondisi beban lebih. *Setting* proteksi pada beberapa transformator kurang tepat, sehingga ketika berbeban lebih transformator tetap bekerja. Bila transformator mengalami kondisi beban lebih dalam waktu lama, transformator akan menjadi panas yang dapat menyebabkannya meledak. Hal ini tentunya merugikan bagi PLN sebagai pengelola kelistrikan dan tentunya bagi masyarakat selaku konsumen yang ingin kontinuitas listrik terjamin. Pada tugas akhir ini dibuat sebuah alat peringatan dini kepada operator bila transformator bekerja pada 80% kapasitas terpasangnya dan nantinya akan ditampilkan pada *web server* yang dilengkapi *Geographical Information System* (GIS). Alat ini menggunakan sensor arus untuk mendeteksi nilai arus beban dan RTC untuk data waktu. Data dari sensor dan RTC diolah mikrokontroler (Arduino) yang kemudian dikirim ke *web server* melalui sebuah modul internet SIM900. Hasil implementasi menunjukkan bila transformator terindikasi mengalami beban lebih, sistem dapat memberi alarm pemberitahuan letak transformator gangguan pada tampilan peta di *website* GIS. Proses pembacaan dan pengiriman data memerlukan waktu rata-rata 27 detik. Rata-rata *error* pengukuran sensor arus sebesar 1,78%. Selisih waktu RTC dengan *internet time* 3 detik.

**Kata Kunci :** *Overload* Transformator, Sensor Arus, Arduino, Modul Internet, *Web Server*, *Geographical Information System*

**DESIGN OF EARLY WARNING SYSTEM OVERLOAD  
DISTRIBUTION TRANSFORMER BASED ON  
MICROCONTROLLER EQUIPPED WITH GIS**

**Student Name 1** : Bismo Ishyafaputro  
**Number Register** : 2213038001  
**Student Name 2** : Vergusta Chandra Charisma  
**Number Register** : 2213038015  
**Supervisor 1** : Ir. Arif Musthofa, M.T.  
**ID** : 19660811 199203 1 004  
**Supervisor 2** : Suwito, S.T., M.T.  
**ID** : 19810105 200501 1 004

**ABSTRACT**

*One of the power distribution problem is overload on distribution transformer. Until this day, PT PLN doesn't have any early warning system if one of their distribution transformer is overload. The protection system isn't installed correctly, so when overload happen, transformer still active. A transformer which is overload, produces heat which can explode if it happens in a long time. It's harmful for PLN as electrical operator and the people as the consumer who want a reliability of service. In this final project, an early warning device has been made to give a warning sign to operator if a transformer operates 80% from its capacity. This warning will be shown on web server which equipped with Geographical Information System (GIS). This device uses current sensor to detect load current and RTC for the data of time. Data from current sensor and RTC process in microcontroller (Arduino) which is then sent to web server using internet modem SIM900. The implementation result shown if a transformer is overload, GIS give an alarm and inform the location of transformer on maps. Reading and sending process need about 27 seconds, and the error measurement of the sensors about 1.78%. There are 3 seconds of difference time between RTC and the internet time.*

**Keywords** : Transformer Overloading, Current Transformer, Internet Modem, Web Server, Geographical Information System.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir. Tugas Akhir ini disusun sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Bidang Studi Teknik Listrik, Program Studi D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan judul:

### **RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI GANGGUAN *OVERLOAD* PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER YANG DILENGKAPI DENGAN GIS**

Dalam proses pembuatan laporan ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak dalam segala hal. Oleh karena itu, sudah selayaknya penulis mengucapkan terima kasih kepada Orang tua tercinta dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moral maupun material, Bapak Ir. Arif Musthofa, M.T. dan Bapak Suwito, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing yang telah dengan sabar dan banyak meluangkan waktu membimbing Tugas Akhir penulis. Kepada teman-teman D3 Teknik Elektro 2013 "*Friday 13<sup>th</sup>*" yang telah banyak membantu dalam berbagi informasi dan pengalamannya dalam *programming software/interface* dan *hardware*. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih untuk bantuan, doa dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam perancangan dan pembuatan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu besar harapan penulis untuk menerima saran dan kritik dari para pembaca. Dan semoga buku Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya bagi penulis sendiri. Sekian dan terima kasih.

Surabaya, 2 Juni 2016


Penulis

# DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Metodologi Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Laporan .....	5
1.7 Relevansi .....	6
<b>BAB II TEORI DASAR</b> .....	7
2.1 Transformator Distribusi .....	7
2.2 <i>Overload</i> Beban .....	8
2.3 <i>Board</i> Arduino Mega .....	8
2.3.1 Arduino IDE .....	9
2.4 <i>Real Time Clock</i> (RTC) .....	10
2.5 Sensor Arus ACS712 .....	11
2.6 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	13
2.7 ELCB ( <i>Earth Leakaque Circuit Breaker</i> ) .....	14
2.8 SIM 900 atau GPRS <i>Shield</i> .....	15
2.9 <i>Geographical Information System</i> (GIS) .....	15
2.10 HTML, <i>Javascript</i> , PHP, MySQL .....	16
2.11 Google Maps .....	17
2.12 <i>IDhostinger</i> .....	17
2.12.1 <i>Domain</i> .....	18

2.12.2 <i>Database</i> .....	19
2.12.3 <i>File</i> .....	20
BAB III PERANCANGAN ALAT.....	21
3.1 Perancangan Sistem Keseluruhan.....	21
3.2 Perancangan Mekanik.....	24
3.3 Perancangan <i>Hardware</i> .....	25
3.3.1 Perancangan Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	26
3.3.2 Perancangan Rangkaian Pengondisi Sinyal <i>Peak Detector</i> .....	27
3.3.3 Perancangan Sensor Arus ACS712.....	27
3.3.4 Perancangan RTC DS3231.....	28
3.3.5 Perancangan LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ).....	29
3.3.6 <i>Setting</i> SIM900.....	29
3.4 Pemrograman <i>Software</i> .....	30
3.4.1 Pemrograman Sistem Arduino IDE.....	30
3.4.2 Pemrograman GIS.....	31
3.4.3 Pembuatan <i>Website</i> .....	32
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....	35
4.1 Pengujian pada Sensor Arus ACS712.....	35
4.2 Pengujian Tegangan <i>Output Power Supply</i> .....	41
4.3 Pengujian Beban Motor 3 Fase.....	42
4.4 Pengujian RTC.....	43
4.5 Pengujian Arduino Mega 2560.....	45
4.6 Pengujian LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ).....	48
4.7 Pengujian Komunikasi.....	48
4.8 Implementasi <i>Website</i> GIS.....	51
4.8.1 Proses <i>Log In</i> .....	51
4.8.2 Menu Monitoring.....	52
4.8.3 Menu <i>Database</i> .....	53
4.8.4 Menu Peta.....	53
4.9 Pengujian Keseluruhan.....	54
4.9.1 Kondisi Transformator 1 Normal dan Transformator 2 Normal.....	55
4.9.2 Kondisi Transformator 1 <i>Overload</i> dan Transformator 2 <i>Overload</i> .....	59
4.10 Analisa Relevansi.....	63
BAB V PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65

5.2	Saran.....	65
	DAFTAR PUSTAKA.....	67
	LAMPIRAN.....	A-1
	LAMPIRAN A.....	A-1
	LAMPIRAN B.....	B-1
	DAFTAR RIWAYAT PENULIS.....	C-1



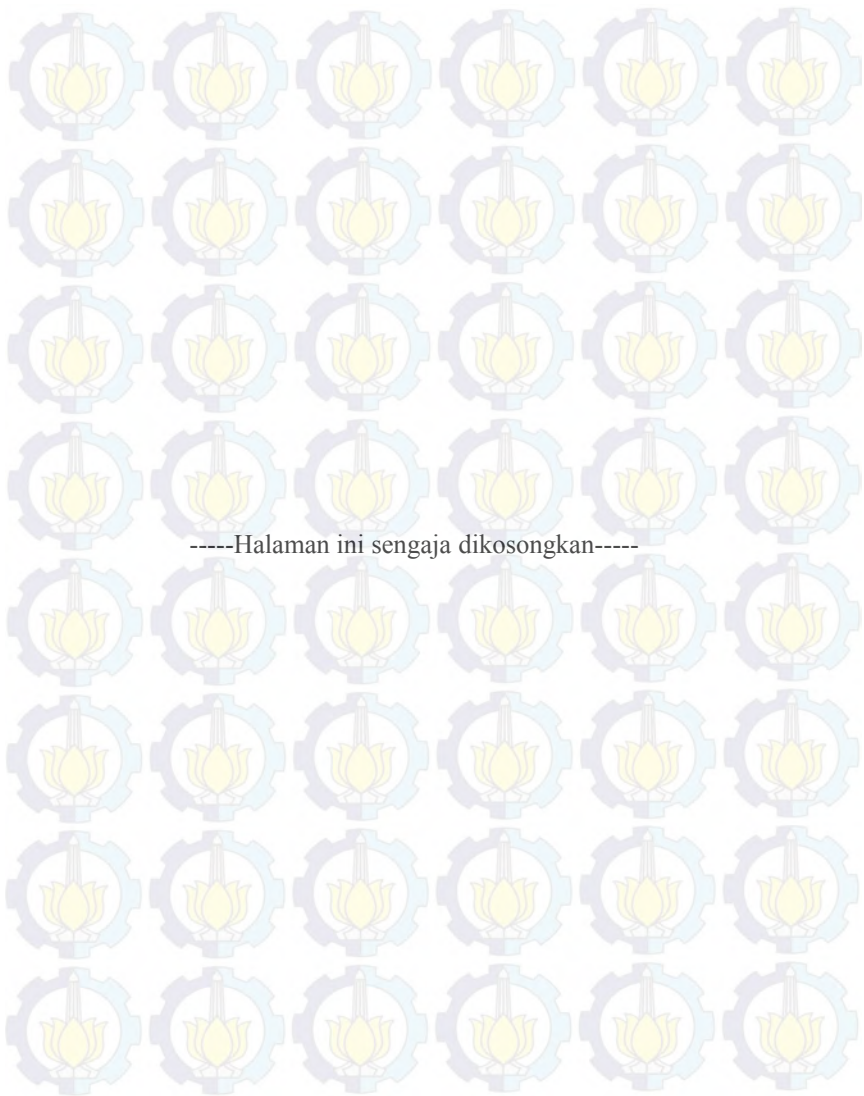
## DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 1.1	Kondisi Transformator Distribusi PLN Rayon Ngagel .... 1
Gambar 2.1	Transformator Distribusi ..... 7
Gambar 2.2	<i>Board</i> Arduino Mega ..... 9
Gambar 2.3	Modul RTC ( <i>Real Time Clock</i> ) ..... 10
Gambar 2.4	Skematik RTC ..... 11
Gambar 2.5	Modul ACS712 ..... 11
Gambar 2.6	Skematik ACS712 ..... 12
Gambar 2.7	LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) ..... 13
Gambar 2.8	ELCB ( <i>Earth Leakaque Circuit Breaker</i> ) ..... 14
Gambar 2.9	SIM900 atau GPRS <i>Shield</i> ..... 15
Gambar 2.10	Tampilan GMaps pada Halaman <i>Website</i> ..... 17
Gambar 2.11	Menu <i>Domain</i> pada <i>IDhostinger</i> ..... 18
Gambar 2.12	Menu <i>Database</i> pada <i>IDhostinger</i> ..... 19
Gambar 2.13	Menu File pada <i>IDhostinger</i> ..... 20
Gambar 3.1	Diagram Fungsional Alat ..... 21
Gambar 3.2	Diagram Aliran Data Integrasi SIG dengan <i>Hardware</i> ..... 22
Gambar 3.3	Desain Tata Letak Alat ..... 24
Gambar 3.4	Tata Letak Komponen pada <i>Box Panel</i> ..... 25
Gambar 3.5	Skematik <i>Power Supply</i> ..... 26
Gambar 3.6	Perancangan Rangkaian Pengondisi Sinyal <i>Peak Detector</i> ..... 27
Gambar 3.7	Rangkaian Skematik ACS712 ..... 28
Gambar 3.8	Modul RTC DS3231 ..... 28
Gambar 3.9	Rangkaian Skematik LCD ..... 29
Gambar 3.10	<i>Flowchart</i> Program Arduino IDE ..... 31
Gambar 3.11	Membuat <i>Credential Key</i> ..... 32
Gambar 3.12	Tampilan Rancangan <i>Website</i> ..... 33
Gambar 4.1	Skema Pengujian Sensor Arus ..... 36
Gambar 4.2	Pengujian Sensor Arus ..... 36
Gambar 4.3	Karakteristik Linierisasi Sensor Arus ACS712 ..... 40
Gambar 4.4	Skema Pengujian <i>Power Supply</i> ..... 41
Gambar 4.5	Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i> ..... 42
Gambar 4.6	Spesifikasi Motor ..... 42

Gambar 4.7	Skema Pengujian Motor 3 Fase .....	43
Gambar 4.8	<i>Flowchart</i> Pengujian RTC .....	44
Gambar 4.9	Perbandingan Waktu RTC dengan Jam <i>Laptop</i> .....	44
Gambar 4.10	<i>Flowchart</i> Pengujian Tegangan Pin Arduino Logika 1 ..	45
Gambar 4.11	<i>Flowchart</i> Pengujian Tegangan Pin Arduino Logika 0 ..	46
Gambar 4.12	Rangkaian Pengujian Pin Arduino .....	46
Gambar 4.13	<i>Flowchart</i> Program Tampilan LCD .....	48
Gambar 4.14	Tampilan LCD .....	48
Gambar 4.15	<i>Flowchart</i> Proses Pengujian Komunikasi .....	49
Gambar 4.16	Pengukuran Waktu Pembacaan dan Pengiriman Data .....	50
Gambar 4.17	<i>Database Server</i> .....	51
Gambar 4.18	Tampilan <i>Home Page Website</i> untuk Melakukan <i>Log In</i> .....	51
Gambar 4.19	Tampilan <i>Website</i> pada Halaman Utama .....	51
Gambar 4.20	Tampilan Menu Monitoring .....	52
Gambar 4.21	Tampilan Menu <i>Database</i> .....	53
Gambar 4.22	Tampilan Menu Peta .....	54
Gambar 4.23	Skema Pengujian Keseluruhan .....	55
Gambar 4.24	Perbandingan Pengukuran Beban Normal pada Transformator 1 Fase S .....	56
Gambar 4.25	Tampilan Nilai Arus dan Waktu pada Menu Monitoring .....	56
Gambar 4.26	Menu Monitoring Pada Kondisi Transformator Normal Setelah Faktor Pengali Dihidupkan .....	57
Gambar 4.27	Tampilan <i>Infowindow</i> GIS Transformator 1 (BD123) Normal .....	58
Gambar 4.28	Tampilan <i>Infowindow</i> GIS Transformator 2 (BD321) Normal .....	59
Gambar 4.29	Perbandingan Pengukuran Beban <i>Overload</i> pada Transformator 2 Fase S .....	60
Gambar 4.30	Tampilan Nilai Arus dan Waktu pada Menu Monitoring .....	60
Gambar 4.31	Menu Monitoring Pada Kondisi Transformator <i>Overload</i> Setelah Faktor Pengali Dihidupkan .....	61
Gambar 4.32	Tampilan <i>Infowindow</i> GIS Transformator 1 (BD123) <i>Overload</i> .....	62
Gambar 4.33	Tampilan <i>Infowindow</i> GIS Transformator 2 (BD321) <i>Overload</i> .....	63

## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Fungsi Pin pada ACS712 .....	12
Tabel 2.2 Spesifikasi SIM900 .....	15
Tabel 2.3 Fungsi Menu <i>Domain</i> .....	18
Tabel 2.4 Fungsi Menu <i>Database</i> .....	19
Tabel 2.5 Fungsi Menu File pada <i>IDhostinger</i> .....	20
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Sensor Arus 1 .....	36
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sensor Arus 2.....	37
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Sensor Arus 3.....	37
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Sensor Arus 4.....	38
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Sensor Arus 5.....	38
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Sensor Arus 6.....	39
Tabel 4.7 Pengujian Tegangan <i>Power Supply</i> .....	41
Tabel 4.8 Pengujian Motor 3 Fase.....	43
Tabel 4.9 Pengujian RTC .....	44
Tabel 4.10 Pengujian Pin Arduino Mega .....	46
Tabel 4.11 Pengukuran Waktu Pembacaan dan Pengiriman Data .....	50
Tabel 4.12 Perbandingan Tampilan Arus Beban Normal .....	56
Tabel 4.13 Perbandingan Tampilan Arus Beban <i>Overload</i> .....	60

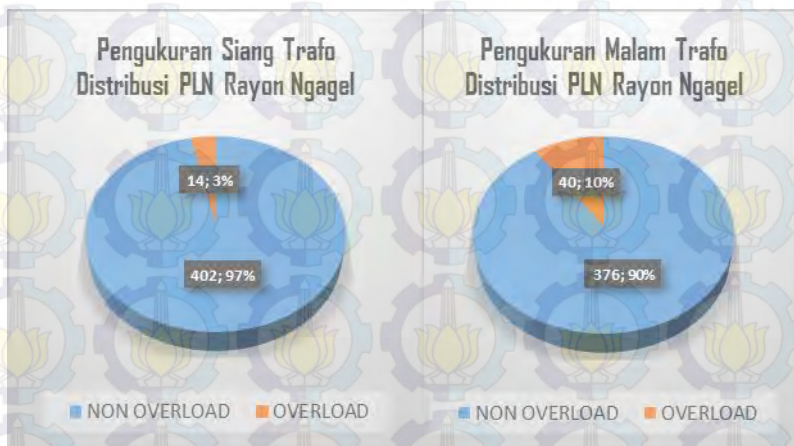


# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Semakin pentingnya listrik bagi hidup manusia membuat penggunaan listrik semakin meningkat. Hal ini dapat dibuktikan bahwa pada tahun 2012 PLN berhasil menjual energi listrik ke konsumennya sebesar 174 TWh (Tera Watt Hour), lalu pada tahun 2013 meningkat menjadi 188 TWh, dan di tahun 2014 meningkat lagi menjadi 199 TWh [1]. Indonesia sebagai negara berkembang tentunya memerlukan pasokan energi listrik yang makin besar tiap tahunnya, hal ini dipengaruhi pada perkembangan penggunaan listrik.

Perkembangan kebutuhan listrik ini harus diimbangi dengan infrastruktur yang memadai, misalnya saja kecukupan kapasitas terpasang tenaga transformator distribusi. Namun, kondisi di lapangan menunjukkan hasil yang berbeda. Salah satu Rayon PLN di Kota Surabaya, yaitu Rayon Ngagel, pada tahun 2015 telah melakukan pengukuran beban pada 416 transformator distribusinya. Hasil pengukuran ditampilkan pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Kondisi Transformator Distribusi PLN Rayon Ngagel [2]

Pengukuran tersebut dilakukan pada dua waktu, yaitu pada siang hari (luar waktu beban puncak/LWB) dan pada malam hari (waktu

beban puncak/WB). Berdasarkan Gambar 1.1, dapat dikatakan bahwa masih ada transformator yang beroperasi diatas beban kerja optimumnya (*overload*). Kondisi tersebut disebabkan karena ada pengaturan proteksi tidak tepat. Seharusnya, ketika *overload* sistem proteksi harus bekerja memutuskan beban. Berdasarkan [3] perencanaan beban optimal pada transformator distribusi dibatasi maksimal 80% dari kapasitas terpasangnya. Bila lebih dari 80% maka transformator berkondisi *overload* dan suhu pada transformator bisa menjadi sangat panas atau dapat dikatakan transformator memiliki *Health Index* “Kurang” yang menyebabkannya menjadi sangat panas. Jika kondisi *overload* terus dibiarkan berlangsung, maka akan menimbulkan kerugian di PLN dan pelanggannya. PLN akan rugi karena umur transformator menjadi semakin pendek serta daya yang disalurkan mengalami penyusutan atau dengan kata lain ada daya yang terbuang percuma akibat panas yang terjadi. Sementara di sisi pelanggan, sewaktu-waktu bisa saja transformator yang mengalami *overload* tersebut meledak dan menyebabkan kontinuitas listrik terputus. Kondisi meledak ini disebabkan oleh transformator yang dibebani terus-menerus diatas 80% sehingga mengakibatkan panas yang berlebih dari dalam transformator tersebut. Kondisi panas di dalam transformator secara otomatis mengakibatkan tekanan didalam transformator meningkat dan mendesak minyak transformator untuk keluar. Semakin sering dan lama waktu pembebanan lebih yang terjadi, maka makin pendek juga umur transformator tersebut.

Dari sekian banyak transformator distribusi yang telah terpasang, pihak PLN belum memiliki sistem peringatan dini bila transformatornya akan mengalami gangguan *overload*. Sementara itu, salah satu upaya PLN dalam pemeliharaan transformator dari *overload* adalah dengan melakukan pengukuran transformator selama 2 kali dalam setahun. Dalam jangka waktu tersebut bila ditemukan *overload* transformator maka PLN akan melakukan upaya manajemen transformator, yaitu melakukan penggantian transformator dengan kapasitas yang lebih besar, mutasi transformator (saling pindah lokasi transformator) atau penggunaan unit gardu bergerak. Upaya pemeliharaan transformator dinilai kurang efektif karena tidak dilakukan pengukuran transformator secara terus menerus untuk mengetahui beban transformator sebenarnya setiap saat, sehingga otomatis upaya manajemen transformator tidak dapat dilakukan dengan maksimal.

Metode pengawasan pada transformator distribusi selama ini menggunakan alat bernama SIMONTRA [4] dimana data beban transformator yang diukur harus didatangi ke lokasi. Selain itu, pada saat pengukuran dilakukan belum tentu terjadi *overload* karena penggunaan beban pada transformator distribusi tidak selalu konstan. Bisa jadi pada waktu tertentu terjadi kelebihan beban dan timbulah gangguan. Hal ini tentunya akan sangat merugikan karena jika dibiarkan terus menerus *overload*, maka dapat menyebabkan umur transformator berkurang. Untuk itu perlu adanya suatu metode baru sebagai tindakan preventif terhadap transformator distribusi untuk mengurangi kerugian akibat hal tersebut.

Ada sebuah judul yang pernah diusulkan untuk menyelesaikan masalah monitoring gangguan *overload* pada transformator distribusi. Monitoring tersebut menggunakan jaringan *wifi* sebagai sarana pengiriman data saat terjadi *overload* dari mikrokontroler ke komputer *server*. Mikrokontroler tersebut mendapatkan informasi data dari sensor arus dan suhu. Hasil yang dicapai memiliki kelemahan, yaitu hanya mampu memonitoring arus beban menggunakan *wifi* dengan jarak 60 meter tanpa penghalang tembok dan 40 meter menggunakan penghalang tembok [5].

Pada tugas akhir ini dilakukan pembuatan sistem monitoring dan peringatan dini bila transformator distribusi mengalami *overload* yang sekaligus dapat menunjukkan informasi lokasi gangguan transformator pada peta digital (*geographical information system*). Sarana pengiriman data dalam proses monitoring menggunakan jaringan internet secara *real time*. Penggunaan internet dalam tugas akhir ini memiliki kelebihan, yaitu pemantauan beban dapat dilakukan dimana saja tanpa dibatasi jarak. Selain itu, tampilan informasi kondisi beban transformator dalam peta digital dapat memudahkan petugas dalam pemantauan lokasi transformator sekaligus dapat menunjang petugas dalam merencanakan manajemen transformator khususnya dalam hal mutasi transformator.

## **1.2 Permasalahan**

Pada tugas akhir ini yang menjadi permasalahan utamanya adalah perkembangan beban listrik yang tidak diimbangi dengan kemampuan kapasitas transformator yang memadai sehingga membuat sering terjadinya gangguan sistem tenaga listrik salah satunya kondisi *overload*. Selain itu, *setting* proteksi *overload* pada transformator sering tidak tepat. Terkadang *setting* proteksi dibuat diatas kapasitas

seharusnya, sehingga *breaker* tidak bekerja ketika terjadi beban lebih. Pada keadaan di lapangan juga belum ada sistem yang dapat mengetahui kondisi transformator secara *real time*, khususnya potensi gangguan *overload*, beserta lokasi transformator tersebut secara akurat. Sehingga perlu dirumuskan bagaimana membuat sistem peringatan dini terhadap gangguan *overload* yang kemudian dapat ditampilkan pada sebuah *website Geographical Information System (GIS)* yang pada akhirnya dapat mendukung PLN dalam melakukan manajemen transformator lebih baik lagi.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan dalam tugas akhir ini adalah pendeteksian gangguan sistem distribusi tenaga listrik akibat *overload* transformator distribusi. Parameter *overload* menggunakan besaran arus *output* beban transformator dengan tegangan yang dianggap normal. Arus listrik yang mengalir untuk beban dibatasi dibawah 5A per fasenya. Objek tranformator yang diukur dan ditampilkan dalam *website* dibuat sebanyak 2 buah .

### 1.4 Tujuan

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah membantu pihak PLN dalam melacak dan mendapatkan peringatan dini gangguan *overload* pada transformator distribusi. Selain itu, sistem monitoring yang dibuat dapat dijadikan acuan pembandingan ketepatan pengaturan sistem proteksi *overload* yang ada. Hasil yang diharapkan adalah alat yang dibuat mampu mendeteksi beban listrik di transformator distribusi dan mengirimkan alarm bila beban listrik diatas kriteria yang telah ditentukan, serta mampu menampilkannya dalam *website GIS* yang dapat diakses melalui internet dimana saja dan kapan saja.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu: studi literatur, perencanaan dan pembuatan mekanik, perancangan dan pembuatan *hardware*, perancangan dan pembuatan *web server*, uji coba dan analisis data, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku tugas akhir.

Pada tahap studi literatur akan dipelajari mengenai karakteristik gangguan sistem distribusi tenaga listrik yang berupa *overload* transformator distribusi beserta pengumpulan data pembebanan

transformator di lapangan, mempelajari sistem pendeteksian arus beban oleh sensor arus, studi mengenai bahasa pemrograman arduino, studi tentang konsep pengiriman data melalui SIM900, studi mengenai pembuatan GIS. Pada tahap perancangan, pembuatan mekanik dan *hardware*, akan digunakan akrilik sebagai papan peletakkan komponen, lalu steker sebagai jalur beban R, S, T. Beban listrik menggunakan bohlam lampu, sensor arus menggunakan ACS, modul pengiriman data ke internet memakai SIM900. Sedangkan untuk tahap perancangan dan pembuatan *web server* akan menggunakan situs jasa *hosting* dari *IDhostinger* dan GIS akan memanfaatkan fitur dari pengembang peta Google Maps. Setelah *hardware* dan *web server* siap terpasang, tahap selanjutnya adalah pengujian interkoneksi *hardware* dengan *web server*. Pengujian ini dengan pengambilan data dari sensor lalu diolah oleh Arduino. Selanjutnya pengujian sambungan Arduino ke SIM900. Lalu pengujian pengiriman data dari SIM900 ke *web server*, pengujian penerimaan data oleh *web server*, pengujian penampilan data di GIS. Setelah pengujian, maka dilakukan analisa apakah alat sudah bekerja dengan benar dan efisien. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian atau buku tugas akhir.

## **1.6 Sistematika Laporan**

Pembahasan tugas akhir ini akan dibagi menjadi lima buah bab dengan sistematika sebagai berikut:

### **Bab I      Pendahuluan**

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

### **Bab II     Teori Dasar**

Bab ini menjelaskan tentang teori tentang transformator distribusi, gangguan *overload* transformator, konsep sensor arus, modul arduino, modul pengiriman data SIM900, GIS dengan menggunakan GMaps di *web server*.

### **Bab III    Perancangan Sistem**

Bab ini membahas desain dan perancangan modul pendeteksi arus beban, perancangan modul pengolah

data, perancangan modul pengiriman dan penerimaan data, perancangan penampilan hasil data.

#### **Bab IV Simulasi, Implementasi dan Analisis Sistem**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

#### **Bab V Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

#### **1.7 Relevansi**

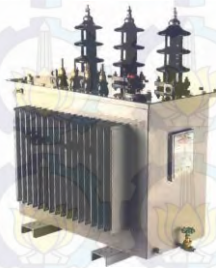
Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan dapat membantu PLN dalam memaksimalkan manajemen transformator distribusinya. Di waktu mendatang tugas akhir ini dapat dijadikan dasar dalam mengembangkan pendeteksian berbagai gangguan lain dalam pendistribusian tenaga listrik berbasis GIS.

## BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini menjelaskan mengenai teori – teori yang berkaitan dengan topik penelitian yang dilakukan. Teori yang mendukung penyelesaian tugas akhir ini diantaranya mengenai transformator distribusi, *overload* beban transformator, sensor arus, mikrokontroler (Arduino), SIM900, RTC, LCD, dan *Geographical Information System* (GIS) menggunakan peta digital yang ditampilkan dalam sebuah *website*. Perancangan peta digital menggunakan Google Maps API (*Application Programming Interface*), sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam membangun aplikasi ini adalah PHP (Pear Hypertext Preprocessor) sebagai bahasa pemograman, MySQL sebagai *database server*, *IDhostinger* sebagai situs yang menyediakan jasa dalam *hosting* program *website* di internet.

### 2.1 Transformator Distribusi [6]

Transformator Distribusi merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Transformator merupakan jantung dari distribusi dan transmisi yang diharapkan beroperasi maksimal (kerja terus menerus tanpa henti) [6]. Agar dapat berfungsi secara maksimal hendaknya dioperasikan dan dilakukan perawatan dengan benar. Pengoperasian juga harus sesuai dengan *rating* transformator itu sendiri dimana digunakan tidak melebihi *range* kerjanya karena dapat mengurangi efisiensi atau bahkan dapat merusak transformator itu sendiri. Berikut adalah bentuk transformator distribusi seperti pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1** Transformator Distribusi

Pada umumnya transformator terdiri dari sebuah inti, dua atau lebih kumparan, dan isolasi. Bagian inti yang terbuat dari lembaran-lembaran baja silikon yang satu dengan lainnya diisolasi dengan pernis. Kumparan terbuat dari bahan tembaga. Kumparan yang dihubungkan ke sumber energi disebut kumparan primer, sedangkan kumparan yang dihubungkan ke beban disebut kumparan sekunder. Bahan isolasi trafo tersusun dari kombinasi bahan dielektrik cair dengan dielektrik padat. Standar spesifikasi berdasarkan [7], transformator distribusi fase tiga mengubah tegangan dari 20kV ke 400V, sedangkan transformator fase tunggal mengubah tegangan dari 20kV ke 231V dan  $20\sqrt{3}$ kV ke 231V.

## 2.2 Overload Beban [8]

Dalam suatu sistem distribusi, suatu transformator terkadang menanggung beban diatas *rating*nya. Dalam beberapa waktu memang masih wajar, namun apabila dalam rentang yang cukup lama akan menyebabkan terjadinya gangguan, baik gangguan jangka pendek, maupun gangguan jangka panjang. Salah satu akibat daripada *overload* beban adalah dapat mempersingkat usia transformator [8]. Penghitungan beban transformator tiga fase yang bagian lilitan sekunder menggunakan sambungan bintang mengikuti rumus:

$$S_{3\phi} = \sqrt{3}(V_R \times I_R + V_S \times I_S + V_T \times I_T) \quad (2.1)$$

Berdasarkan [2], transformator dalam perencanaannya hanya diperbolehkan untuk menanggung beban optimal maksimal 80% dan minimal 40% terukur dari arus nominal transformator. Diluar batas tersebut harus disiapkan program mutasi atau sisipan transformator baru. Beban lebih akan menyebabkan arus yang mengalir pada transformator menjadi besar, selanjutnya menimbulkan panas yang berlebihan. Panas berlebih akan merusak bahan isolasi yang pada akhirnya akan menyebabkan umur hidup (*life time*) pada transformator tersebut menjadi berkurang, dan dalam kasus tertentu dapat menimbulkan ledakan.

## 2.3 Board Arduino Mega [9]

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

- a. Tegangan aktif 5 V

- b. Tegangan masukan 7-12 V
- c. Tegangan masukan (batas) 6-20V
- d. Pin *Input/Output* Digital 54 (6 dapat digunakan sebagai PWM)
- e. Pin *Input Analog* 16
- f. Arus DC pin I/O 40 mA
- g. Arus DC pada 3.3V 50 mA
- h. Flash *Memory* 128 KB(ATmega328), 0,5 KB digunakan *bootloader*
- i. SRAM 8 KB (ATmega328)
- j. EEPROM 4 KB (ATmega328)
- k. *Clock Speed* 16 MHz

*Board* ini dilengkapi konektor DC dengan spesifikasi 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

### 2.3.1 Arduino IDE

*Board* Arduino dapat diprogram menggunakan perangkat lunak *open source* Arduino IDE. Arduino IDE adalah sebuah aplikasi *crossplatform* 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 identifikasi otomatis untuk kemudahan pembacaan program, serta dapat *compile* dan *upload* program ke *board* dalam satu klik.

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *Java*. Arduino IDE terdiri dari:

- a. *Editor* program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
- b. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (Bahasa *Processing*) menjadi kode biner.
- c. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di papan Arduino.

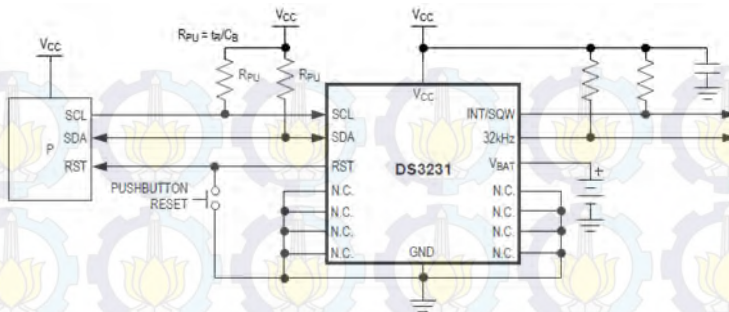
#### 2.4 Real Time Clock (RTC) [10]

*Real Time Clock* (RTC) merupakan suatu *chip* IC yang memiliki fungsi untuk membuat data detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan informasi tahun. Tanggal pada akhir bulan secara otomatis disesuaikan dengan bulan dengan kurang dari 31 hari, termasuk koreksi untuk tahun kabisat. Jam beroperasi baik dalam format 24 jam atau 12 jam yang terus aktif walau dalam kondisi mati (*low*). Rangkaian komparator di RTC berfungsi memonitor status VCC untuk mendeteksi gangguan listrik, dan memberikan *output* ulang serta secara otomatis terhubung ke sumber cadangan jika diperlukan. Selain itu, pin RST menghasilkan perintah *reset* yang akan aktif ketika tegangan 0 volt yang dideteksi.

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.M. Modul RTC dapat dilihat pada Gambar 2.3, dan Skematik dari RTC dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.3** Modul RTC (*Real Time Clock*)



**Gambar 2.4** Skematik RTC

## 2.5 Sensor Arus ACS712 [11]

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan berupa tegangan analog. Hal ini kemudian digunakan untuk menampilkan arus atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol.



**Gambar 2.5** Modul ACS712

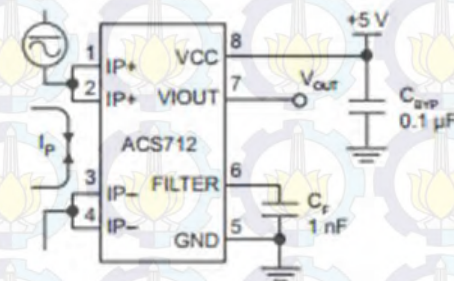
Dalam tugas akhir ini, digunakan ACS712 sebagai sensor arus. Modul ACS712 dapat dilihat pada Gambar 2.5. ACS712 adalah sensor arus yang dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar  $1,2 \text{ m}\Omega$  dengan daya yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor timah mengarah (pin 5 sampai pin 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan

pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal.

Spesifikasi Sensor Arus ACS712:

- Waktu kenaikan perubahan luaran = 5  $\mu$ s.
- Lebar frekuensi sampai dengan 80 kHz.
- Total kesalahan luaran 1,5% pada suhu kerja TA (*Temperature Ambient*) = 25°C.
- Tahanan konduktor internal 1,2 m $\Omega$ .
- Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1 – pin 4 dan pin 5 – pin 8.
- Sensitivitas luaran 185 mV/A.
- Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
- Tegangan luaran proporsional terhadap masukan arus AC atau DC.
- Tegangan kerja 5 VDC.
- Dilengkapi dengan penguat operasional untuk menambah sensitivitas luaran.

Bentuk skematik untuk ACS712 ditunjukkan oleh Gambar 2.6, sementara untuk definisi fungsi dari masing-masing pin di ACS712 dijabarkan pada Tabel 2.1.



**Gambar 2.6** Skematik ACS712

**Tabel 2.1** Fungsi Pin pada ACS712

Pin Sensor ACS712	Fungsi
IP +	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring di dalamnya
IP -	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring di dalamnya



## 2.7 ELCB (*Earth Leakaque Circuit Breaker*) [13]

ELCB (*Earth Leakaque Circuit Breaker*) secara fisik mirip seperti MCB pada umumnya. Namun perbedaan utama dari ELCB ini adalah kemampuan untuk membatasi arus bocor ke *ground* yang dapat menyebabkan seseorang tersengat listrik atau terjadi kontak dengan bajakonstruksi saat pemasangan.

Kelebihan ELCB dibandingkan MCB yaitu dapat mendeteksi kebocoran listrik ke *ground*. Bila seseorang tersetrum listrik dalam jaringan tersebut, arus akan sendirinya akan dibuang ke tanah melalui tubuh. Fungsi ELCB adalah untuk mendeteksi keadaan tersebut. Contoh gambar dari ELCB dapat ditunjukkan pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.8** ELCB (*Earth Leakaque Circuit Breaker*)

Selain melindungi manusia, ELCB juga berguna untuk melindungi peralatan. Tentu saja ELCB memiliki fungsi yang sama dengan MCB yaitu membatasi arus dan melindungi peralatan dari kerusakan akibat kelebihan beban. Dari segi harga ELCB lebih mahal dari MCB pada umumnya. ELCB terdiri dari unit yang bekerja sebagaimana MCB bekerja dan unit yang dapat mendeteksi kebocoran listrik.

ELCB bahkan dapat memutus arus saat tersentuh langsung dengan konduktor listrik terutama terutama pada beberapa jenis yang memiliki sensitivitas yang tinggi. Perbedaan fungsi ELCB dan MCB secara umum serta kelebihanannya inilah yang membuatnya menjadi standar pemasangan listrik di berbagai negara untuk keamanan konsumen.

ELCB banyak terpasang pada fasilitas umum seperti hotel, taman, dan lain lain yang mengharuskan keamanan yang lebih ketat demi keselamatan konsumen.

## 2.8 SIM 900 atau GPRS Shield [14]

Modul SIM900 GSM/GPRS adalah komponen yang sangat diperlukan untuk komunikasi antara sistem dengan *web server*, ini dikarenakan fungsi modul SIM900 sebagai pengirim data dari sistem ke *web server*. Spesifikasi dari SIM900 terdapat pada Tabel 2.2 dan *board* SIM 900 terdapat pada Gambar 2.9.

*AT Command* adalah perintah yang dapat diberikan modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS. SIM900 GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT (GSM 07.07, 07.05, dan SIMCOM).

**Tabel 2.2** Spesifikasi SIM900

Spesifikasi	
Ukuran PCB	77,2 mm x 66 mm x 1,6 mm
Indikator	PWR, <i>status</i> LED, <i>net status</i> LED
<i>Power supply</i>	9~20V, <i>compatible with</i> Arduino
Protokol Komunikasi	UART
RoHS	<i>Yes</i>



**Gambar 2.9** SIM900 atau GPRS Shield

## 2.9 Geographical Information System (GIS) [15]

GIS atau dalam bahasa Indonesia disebut Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem berbasis komputer untuk menangkap, menyimpan, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, dan menampilkan data dengan peta digital [15]. GIS dikenal pertama

kali pada tahun 1960 yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan geografis. 40 tahun kemudian GIS berkembang tidak hanya bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan geografi saja tetapi sudah merambah ke berbagai bidang seperti analisis penyakit epidemik (demam berdarah) dan analisis kejahatan (kerusuhan) termasuk analisis ketenagalistrikan (*overload* transformator). GIS dapat menyajikan *real world* (dunia nyata) pada monitor sebagaimana lembaran peta dapat merepresentasikan dunia nyata diatas kertas. Akan tetapi, GIS memiliki kekuatan lebih dan fleksibilitas dari pada lembaran pada kertas.

Fungsi GIS adalah meningkatkan kemampuan menganalisis informasi spasial secara terpadu untuk perencanaan dan pengambilan keputusan. GIS dapat memberikan informasi kepada pengambil keputusan untuk analisis dan penerapan *database* keruangan [16]. Dengan GIS kita akan dimudahkan dalam melihat fenomena kebumihan dengan perspektif yang lebih baik. GIS mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan, dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit, foto udara, peta bahkan data statistik. GIS juga mampu mengakomodasi dinamika data, pemutakhiran data yang akan menjadi lebih mudah.

## 2.10 HTML, Javascript, PHP, MySQL [17]

HTML (*Hypertext Markup Language*) adalah salah satu format yang digunakan untuk menulis halaman *web*, HTML ini bekerja di *web browser* dan memiliki fungsi untuk melakukan pemrograman aplikasi di atas *web*. HTML sebenarnya adalah dokumen ASCII atau teks biasa, yang dirancang untuk tidak tergantung pada suatu sistem operasi tertentu [17].

*Javascript* adalah bahasa yang berbentuk kumpulan skrip yang pada fungsinya memberikan kemampuan tambahan terhadap bahasa HTML dengan mengijinkan pengeksekusian perintah di sisi user, yang artinya di sisi *browser* bukan di sisi *web server*. *Javascript* bergantung kepada *browser* yang memanggil halaman *web* yang berisi skrip-skrip dari *Javascript* dan tentu saja terselip di dalam dokumen HTML. Skrip *Javascript* yang dimasukkan di dalam berkas HTML harus dimasukkan di antara tag `<script>...</script>` atau diluar berkas HTML dengan meng-*import file*-nya [18].

Pembuatan sebuah situs *web* tidak bisa terlepas dengan bahasa pemrograman, dalam hal ini penggunaan PHP sebagai bahasa *scripting* dan MySQL sebagai *database server*. PHP (*Hypertext Preprocessor*)

merupakan bahasa pemrograman *web* yang disisipkan dalam *script* HTML. Tujuan dari bahasa ini adalah membantu para pengembang *web* untuk membuat *web* dinamis secara cepat. MySQL adalah *multiuser database* yang menggunakan bahasa *Structured Query Language* (SQL). Perintah dengan bahasa SQL digunakan untuk melakukan tugas-tugas seperti *update* data atau mengambil data dari *database*.

## 2.11 Google Maps [19]



**Gambar 2.10** Tampilan GMaps pada Halaman *Website*

Google Maps atau GMaps adalah suatu layanan peta digital gratis di internet yang diberikan oleh Google. Untuk dapat mengakses GMaps dapat mengunjunginya pada alamat <http://maps.google.com> dengan menggunakan *browser*. Bila suatu *website* butuh menampilkan peta GMaps pada halamannya, hal yang perlu diperhatikan adalah aturan penulisan HTML serta *Javascript*. Hal tersebut disebabkan karena pemrograman *Google Maps* memerlukan *Google Maps API* (*Application Programming Interface*). *Google Maps API* adalah suatu *library* yang berbentuk *Javascript*. Dengan menggunakan *Google Maps API*, maka dapat menghemat waktu dan biaya untuk membangun aplikasi peta digital yang handal, sehingga dapat fokus hanya pada data-data yang akan ditampilkan. Contoh tampilan GMaps pada halaman *website* adalah pada Gambar 2.10.

## 2.12 IDhostinger [20]

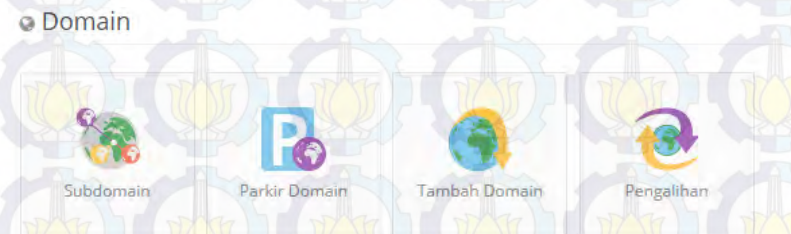
Situs yang menyediakan pelayanan dalam pembuatan blog dengan *domain* yang berbeda dari yang lain. Selain itu, pengguna juga dapat

membuat *web* yang gratis dan berbayar, seperti *example.hol.hos*, *example.url.ph*, *example.esy.es*, *example.meximas.com*, *example.96.it*, *example.basaba.com*, dan lain-lain. Situs ini di dukung oleh PHP dan MySQL yang dapat mengelola *database* dengan *tool* PhpMyAdmin.

Beberapa keuntungan dalam memanfaatkan memakai *hosting* gratis dari *IDhostinger* yaitu, dapat memiliki *hosting* gratis selamanya, memiliki *bandwidth* dan *space* yang besar. Sedangkan kelemahannya yaitu, belum dapat memakai *cPanel*, *resource* CPU dan *memory* kecil. Pada *cPanel* yang digunakan adalah sebagai berikut:

### 2.12.1 Domain

*Domain* adalah nama unik yang diberikan untuk mengidentifikasi alamat (*IP address*) *server* komputer seperti *web server* atau *e-mail server* di internet. *Domain* memberikan kemudahan pengguna internet untuk melakukan akses ke *server* dan memudahkan mengingat *server* yang dikunjungi dibandingkan harus mengingat sederetan angka-angka *IP Address*. *Domain* dapat dikelola dengan berbagai menu yang terdapat pada *IDhostinger* seperti Gambar 2.11. Berbagai fungsi menu *domain* terdapat pada Tabel 2.3.



**Gambar 2.11** Menu *Domain* pada *IDhostinger*

**Tabel 2.3** Fungsi Menu *Domain*

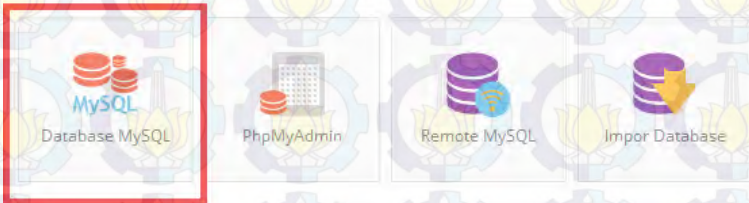
Menu	Fungsi
Subdomain	Fungsi dari menu ini adalah untuk membuat subdomain. Subdomain adalah cabang domain utama yang berdiri sendiri dan ditempatkan dalam sebuah <i>public</i> html

Menu	Fungsi
Parkir <i>Domain</i>	Fungsi dari menu ini digunakan untuk menampilkan beberapa <i>web</i> dalam satu <i>hosting</i> .
Tambah <i>Domain</i>	Fungsi menu ini yaitu sebagai <i>domain</i> yang diparkirkan ke atas <i>domain</i> utama sehingga pada saat <i>domain</i> tersebut diakses akan menampilkan <i>web domain</i> utama.
Pengalihan	Fungsi dari menu ini yaitu digunakan untuk membuat pengalihan sebuah URL menuju halaman tertentu.

### 2.12.2 Database

Sekumpulan data yang disusun sedemikian rupa hingga dapat dikelola oleh pengguna melalui media *web server*. Pada Gambar 2.12 merupakan menu-menu yang ada pada *IDhostinger* yang dapat digunakan untuk mengelola *database*. Fungsi dari menu *database* terdapat pada Tabel 2.4.

#### Database



Gambar 2.12 Menu *Database* pada *IDhostinger*

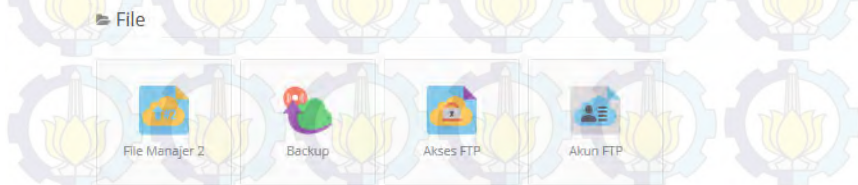
Tabel 2.4 Fungsi Menu *Database*

Menu	Fungsi
<i>Database MySQL</i>	Fungsi menu ini digunakan untuk membuat, memodifikasi, dan menghapus <i>database</i> .
PhpMyAdmin	Fungsi menu ini digunakan untuk mengelola <i>database MySQL</i> berbasis halaman <i>web</i> .

Menu	Fungsi
<i>Remote MySQL</i>	Fungsi dari menu ini yaitu untuk menambahkan hak akses bagi <i>web sever</i> lain untuk mengakses <i>database MySQL</i> pada <i>web hosting</i> .
<i>Import Database</i>	Fungsi dari menu ini yaitu untuk memasukkan <i>database</i> dari Microsoft Excel.

### 2.12.3 File

Pada menu *file* terdapat beberapa menu yang berhubungan dengan manajemen *file*, *folder*, dan *database* yang terdapat pada *server hosting* yang terdapat pada Gambar 2.13 dan fungsi dari menu *file* terdapat pada Tabel 2.5.



Gambar 2.13 Menu File pada *IDhostinger*

Tabel 2.5 Fungsi Menu File pada *IDhostinger*

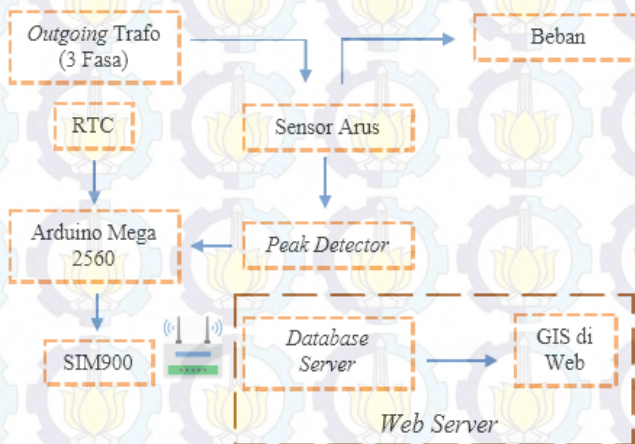
Menu	Fungsi
<i>File Manager</i>	Fungsi dari menu ini yaitu untuk mengelola <i>file-file</i> dan folder pada <i>server hosting</i> . Pengguna dapat membuat, meng- <i>upload</i> , menghapus, memindahkan, meng- <i>edit</i> , dan mengubah nama <i>file</i> .
<i>Backup</i>	Fungsi dari menu ini yaitu untuk melakukan <i>backup</i> data pada <i>hosting</i> yang berupa <i>file</i> , <i>database</i> , <i>email</i> , dan sebagainya.
Akses FTP	Berfungsi untuk meng- <i>upload file</i> dengan ukuran lebih dari 5 MB
Akun FTP	Berfungsi untuk menambah akun FTP

## BAB III PERANCANGAN ALAT

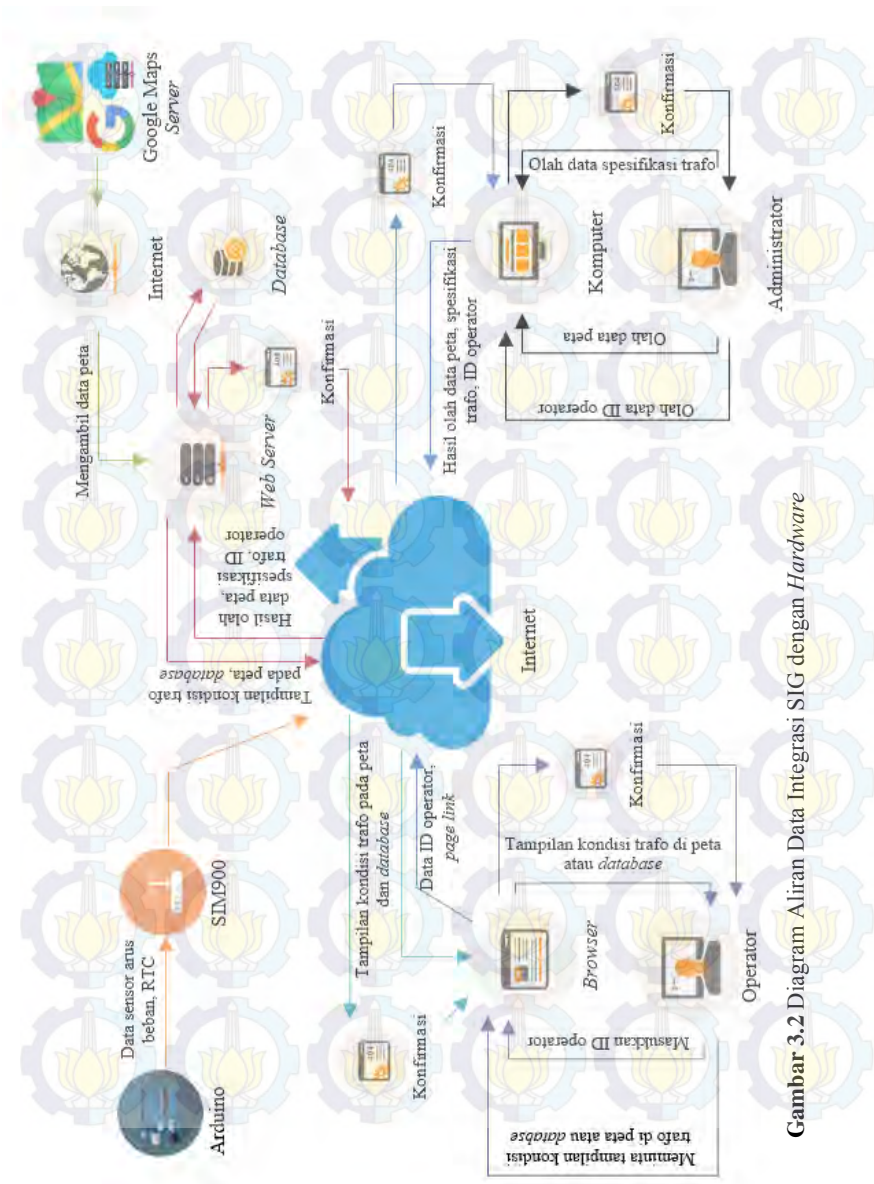
Pada bab ini dibahas mengenai perancangan dan pembuatan tugas akhir, baik perancangan dan pembuatan perangkat elektronika (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*).

- a. Perancangan *hardware*: bagian-bagian *hardware* meliputi perancangan *power supply*, perancangan sensor arus ACS712, perancangan rangkaian pengondisi sinyal *peak detector*, perancangan RTC DS3231, perancangan LCD, *setting* SIM900.
- b. Perancangan *software*: perancangan *software* yang digunakan, yaitu menggunakan program Arduino IDE. Perancangan *Geographical Information System* (GIS) menggunakan Google Maps API (*Application Programming Interface*). Dalam pengembangan *website*, fitur *database* server MySQL dikelola dengan perangkat lunak PHPMyAdmin. Sedangkan *editor text* yang dipakai dalam tugas akhir ini menggunakan Notepad++ yang berguna untuk penulisan bahasa pemrograman berbasis *web*.

### 3.1 Perancangan Sistem Keseluruhan



**Gambar 3.1** Diagram Fungsional Alat



**Gambar 3.2** Diagram Aliran Data Integrasi SIG dengan *Hardware*

Perencanaan tugas akhir peringatan dini gangguan *overload* transformator distribusi yang dilengkapi dengan *geographical information system* secara keseluruhan dapat dilihat pada diagram fungsional alat pada Gambar 3.1. Proses dimulai dengan pembacaan arus beban oleh sensor arus ACS712 dari *line outgoing* transformator distribusi. Objek simulasi transformator distribusi yang dipakai berjumlah dua. Sehingga, dibutuhkan enam buah sensor arus untuk membaca arus beban pada kedua *outgoing* transformator tersebut. Dua buah transformator yang dipakai, yaitu “Transformator 1” dan “Transformator 2” yang memiliki daya pengenal 100 kVA untuk transformator 1 dan 160 kVA untuk transformator 2. Nilai tersebut merupakan nilai daya pengenal transformator distribusi yang sebenarnya. Untuk dapat membaca arus, sensor arus ACS712 dipasang seri dengan beban. *Output* dari masing-masing sensor arus yang berupa tegangan akan masuk ke rangkaian pengondisi sinyal *peak detector* untuk mendapatkan sinyal keluaran yang stabil. Keluaran dari *peak detector* lalu diolah oleh Arduino dan disimpan dalam bentuk variabel untuk setiap sensor arusnya, contohnya “T1R” untuk sensor arus pada fase R di transformator 1.

Arduino juga mengambil data dari RTC yang berupa data waktu. Jika data sensor arus dan data waktu telah diterima dan diolah Arduino, maka data dikirim ke SIM900 melalui komunikasi data serial. SIM900 kemudian mengirim data-data tersebut ke *database server* menggunakan jaringan internet. Setelah data-data sampai pada *database server*, kemudian ditampilkan pada *website* GIS. Pada *website* GIS, data arus akan diolah agar dapat mendapatkan nilai daya beban transformator melalui Persamaan (2.1). Gambar 3.2 menunjukkan gambaran diagram aliran data integrasi GIS dengan perangkat elektronika (*hardware*). Apabila daya yang terbaca melebihi batasan 80% daya pengenal transformator, maka pada *website* GIS akan memunculkan alarm.

Pada alat juga menggunakan sebuah *selector*, yaitu faktor pengali yang mengalikan nilai keluaran arus beban dengan konstanta yang ditetapkan. Dalam hal ini, faktor pengali ditetapkan dengan nilai 37. Maksud untuk mengalikan keluaran sensor arus dengan faktor pengali, yaitu supaya nilai arus bernilai cukup untuk menunjukkan kondisi *overload* pada masing-masing daya pengenal transformator, yaitu 100 kVA dan 160 kVA.

Dalam tugas akhir, 1 buah mikrokontroler digunakan untuk mengolah data-data dari 2 buah trafo. Namun, dalam perencanaan secara

*real* di lapangan, alat ini akan menggunakan 1 mikrokontroler untuk 1 transformator lalu diletakkan pada Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB TR), yaitu panel yang terdapat pada sisi sekunder transformator distribusi.

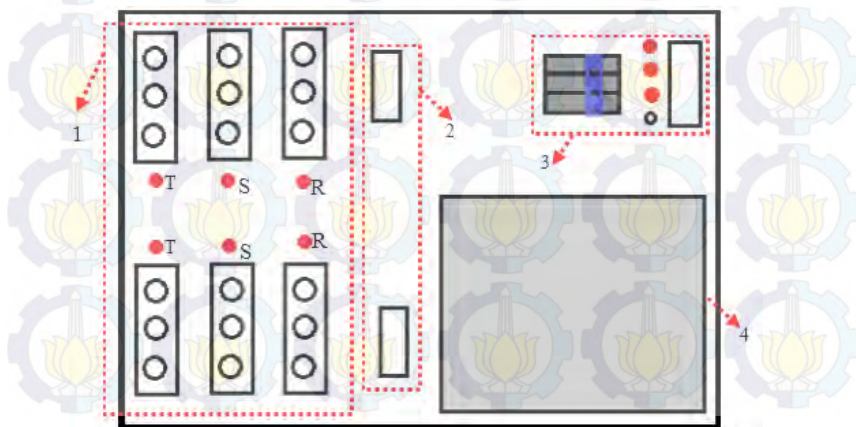
### 3.2 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik terdiri dari *box* panel, beban transformator, dan *input* daya listrik. Untuk lebih jelas tata letak alat dapat dilihat pada Gambar 3.3. Untuk menyimulasikan jaringan tiga fase dalam sistem distribusi tenaga listrik maka digunakan sumber tiga fase yang pengamannya dari ELCB 3 fase.

Berikut ini adalah penjelasan dari desain rancang bangun alat yang dijelaskan pada Gambar 3.3:

1. Beban
2. Objek transformator
3. *Input* sistem
4. *Box* panel

Beban disini menggunakan beban 1 fase dan beban 3 fase. Beban 1 fase menggunakan lampu bohlam, sementara untuk beban 3 fase menggunakan motor 3 fase. Pada alat ini digunakan terminal kaca 25 Ampere yang diletakkan pada sebuah *acrylic box* untuk menggambarkan objek transformator. Tegangan *input* yang digunakan sebesar 380 Volt. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan yang dipakai untuk pengukuran pada tranformator 3 fase berasal dari saluran *outgoing*.

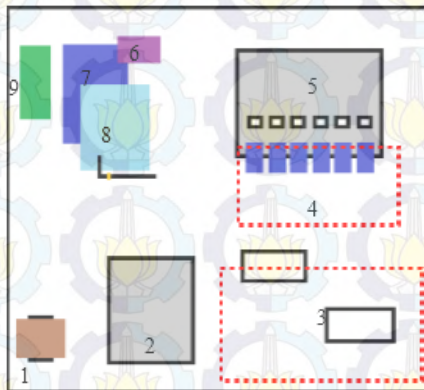


**Gambar 3.3** Desain Tata Letak Alat

*Box panel* terdiri dari sensor arus ACS712, transformator CT, *power supply*, rangkaian *peak detector*, Arduino Mega 2560, SIM900, LCD, dan RTC. *Box panel* ini terbuat dari bahan *acrylic* transparan agar mempermudah melihat *wiring*. Layar LCD digunakan untuk menampilkan informasi proses pembacaan dan pengiriman data-data. Posisi penempatan komponen elektronik pada *box panel* dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Berikut adalah penjelasan dari alat yang terdapat pada *box panel* yang dijelaskan oleh Gambar 3.4:

1. Transformator CT
2. *Power supply*
3. Terminal kaca
4. Sensor arus ACS712
5. Rangkaian *peak detector*
6. RTC
7. Arduino Mega 2560
8. SIM900
9. LCD



**Gambar 3.4** Tata Letak Komponen pada *Box Panel*

### 3.3 Perancangan *Hardware*

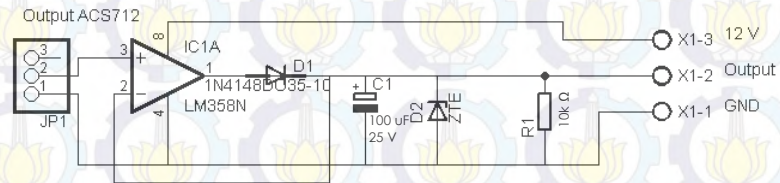
Perancangan *hardware* yang akan dibahas terdiri dari perancangan rangkaian *power supply*, perancangan rangkaian pengondisi sinyal *peak detector*, perancangan rangkaian sensor arus ACS712, perancangan RTC, perancangan LCD, dan perancangan SIM900.



akibat adanya TIP3055. Pada TIP3055 diodanya terbalik sehingga harus ditambahkan dengan dioda agar nilai tegangan keluaran sesuai dengan yang diinginkan.

### 3.3.2 Perancangan Rangkaian Pengondisi Sinyal *Peak Detector*

Rangkaian detektor puncak (*peak detector*) adalah rangkaian yang dapat menghasilkan tegangan *output* AC yang stabil dan tetap memiliki amplitudo sama dengan tegangan *input* yang juga berupa tegangan AC. Rangkaian ini berfungsi agar keluaran dari ACS712 yang diambil adalah nilai puncak gelombang sinus sehingga *output* yang dihasilkan berupa gelombang AC yang lebih stabil. Rangkaian pengondisi sinyal *peak detector* terdapat pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Perancangan Rangkaian Pengondisi Sinyal *Peak Detector*

*Output* dari sensor arus ACS712 masuk ke IC LM358 *op amp peak detector*. Keluaran dari LM358 masuk ke dioda 1N4148. Keluaran dari dioda 1N4148 diumpan balik ke IC LM358 agar tidak ada drop tegangan pada dioda, sehingga nilai keluaran dapat lebih lebih linear. Keluaran dioda juga diparalel dengan kapasitor 100  $\mu\text{F}$ , dioda zener dan resistor 1M Ohm. Kapasitor berfungsi sebagai filter untuk mengurangi *ripple* pada gelombang keluaran. Sedangkan dioda zener berfungsi untuk membatasi tegangan keluaran agar tidak melebihi 5 Volt karena maksimum *input* dari Arduino Mega 2560 tidak boleh melebihi 5 Volt. Resistor berfungsi untuk mempercepat *discharge* kapasitor agar menghasilkan respon sensor yang lebih cepat.

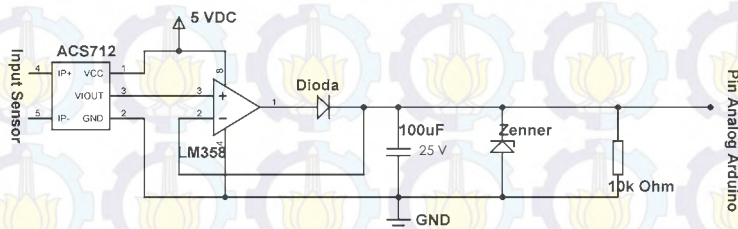
LM358 memiliki 2 buah *op amp* didalamnya. Dalam suatu *integrated circuit* memang paling sedikit terdapat 2 buah *op amp*. Setiap fase dalam tugas akhir ini hanya memerlukan satu buah *op amp* dengan tujuan mempermudah *troubleshooting*.

### 3.3.3 Perancangan Sensor Arus ACS712

Sensor arus merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk mendeteksi arus. Sensor yang digunakan adalah ACS712. Alasan

penggunaan sensor arus jenis ini adalah alat yang dibuat hanya memerlukan pembacaan arus yang kecil, yaitu di bawah 5 Ampere. Arus yang dibaca kecil karena hanya merupakan *prototype* beban yang ada pada transformator distribusi sehingga tidak memerlukan pembacaan arus yang besar. Pada tugas akhir ini menggunakan 6 buah sensor arus karena merepresentasikan 2 buah transformator distribusi dengan masing masing *output*nya yaitu 3 fase.

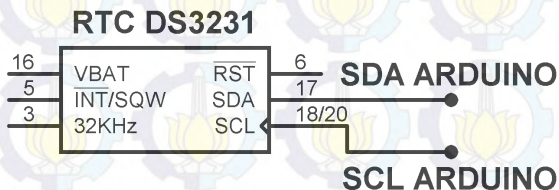
Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC maupun DC. Sensor ini dapat mendeteksi arus sampai dengan 5 Ampere. Gambar ACS712 ditunjukkan oleh Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rangkaian Skematik ACS712

### 3.3.4 Perancangan RTC DS3231

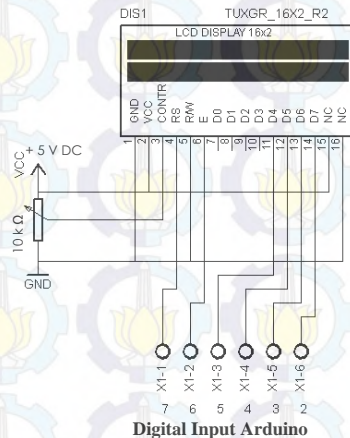
Rangkaian modul RTC dihubungkan pada Arduino Mega pada pin SDA dan SCL pada modul RTC dihubungkan pada pin 20 dan pin 21 Arduino Mega, pin VCC pada RTC dihubungkan pada pin 5 Volt Arduino Mega sedangkan pin GND pada RTC dihubungkan dengan pin *Ground* pada Arduino Mega. Tipe RTC yang digunakan adalah DS3231 yang merupakan pewaktu dalam detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Modul rangkaian RTC dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Modul RTC DS3231

### 3.3.5 Perancangan LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD berfungsi menampilkan data yang telah diproses oleh Arduino dalam bentuk karakter. Data yang akan ditampilkan pada LCD, yaitu data arus pada masing-masing fase yang dilengkapi dengan data waktu. LCD yang digunakan pada perancangan alat ini menggunakan LCD 16x2. 16x2 mewakili 16 kolom dan 2 baris, berarti LCD ini dapat menampilkan karakter pada sepanjang 32 buah dengan masing-masing kolom maksimal berisi 16 buah karakter. LCD ini membutuhkan *power supply* sebesar 5 Volt DC dan pin yang digunakan pada LCD pada alat ini, yaitu pin CONTR, RS, RW, E, D4, D5, D6, D7. Pin-pin LCD tersebut dihubungkan dengan pin-pin yang ada di Arduino. Pin CONTR dihubungkan dengan potensio 10K Ohm untuk mengatur kecerahan pada karakter yang di tampilkan LCD. Pin RS, E, D4, D5, D6 dan D7 di hubungkan pada pin 7, 6, 5, 4, 3 dan 2 secara berurutan dan pin RW di hubungkan dengan *ground*. Hubungan pin-pin LCD dengan pin-pin Arduino dapat dilihat pada Gambar 3.9.



**Gambar 3.9** Rangkaian Skematik LCD

### 3.3.6 Setting SIM900

SIM900 berfungsi sebagai modem GSM atau modem GPRS. SIM900 yang digunakan adalah “IComSat GSM / GPRS SIM900 Module Expansion Board Shield with Antenna For Arduino Mega” dimana modul ini berbentuk *shield* yang dapat terintegrasi langsung dengan Arduino Mega 2560. SIM900 mengambil tegangan sumber

sebesar 5 Volt DC dari Arduino Mega 2560. Pin 19 (RX1) dari Arduino Mega disambungkan dengan TX 7 dari modul SIM900. Pin 18 (TX1) dari Arduino Mega tersambung dengan pin RX7 yang terdapat pada modul SIM900.

Pada perancangan SIM900 menggunakan pin serial1, yaitu pada pin 18 dan 19 yang digunakan untuk komunikasi data dan perintah *AT command* dari Arduino ke *shield* SIM900, dan juga sebaliknya dari *shield* SIM900 ke Arduino.

### 3.4 Pemrograman Software

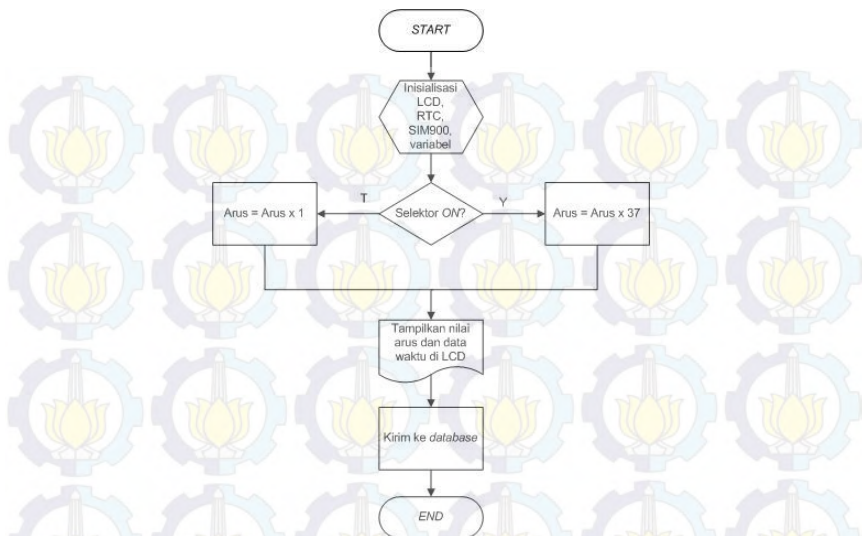
Perancangan *software* disini terbagi menjadi 2, yaitu pemrograman sistem Arduino IDE dan perencanaan sistem *Id hosting*.

#### 3.4.1 Pemrograman Sistem Arduino IDE

Dalam perencanaan *software*, pembuatan alat ini menggunakan Arduino IDE untuk program Arduino. Program dibuat dengan menyesuaikan alur *flowchart* pada Gambar 3.10 baik itu untuk pengukuran beban di transformator 1 dan transformator 2.

Mula-mula melakukan inisialisasi terhadap program yang akan dibuat, seperti melakukan inisialisasi pada LCD, RTC, modem GPRS SIM900 dan variabel-variabel yang digunakan dalam program. Inisialisasi penting untuk menentukan nilai *default* pada suatu variabel, sehingga apabila perlu memanggil kembali variabel tersebut maka nilai yang keluar adalah nilai *default*.

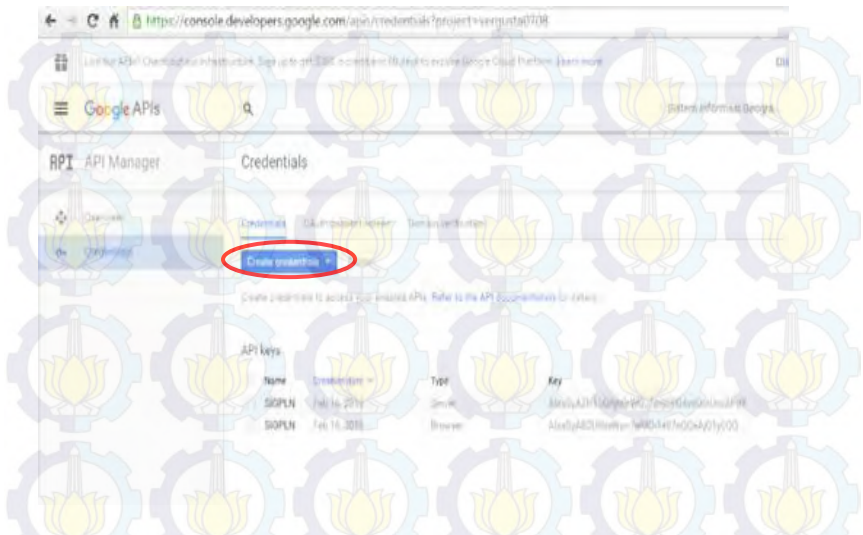
Kemudian perlu dilihat kondisi *selector* aktif atau tidak. Jika *selector* aktif, maka nilai keluaran sensor yang ditampilkan pada LCD dan *website* GIS dikalikan dengan faktor pengali (x37). Apabila *selector* mati maka nilai keluaran sensor langsung ditampilkan pada LCD dan *website* GIS. Jika pembacaan arus telah selesai, maka arus akan ditampilkan pada layar LCD bersama dengan waktu. Kemudian data-data pembacaan arus dan waktu dikirim ke *database* menggunakan modem GPRS SIM900.



**Gambar 3.10** Flowchart Program Arduino IDE

### 3.4.2 Pemrograman GIS

Perancangan GIS pada tugas akhir ini akan memanfaatkan fitur peta gratis yang telah disediakan Google, yaitu Google Maps. Hal pertama yang perlu dilakukan untuk mendapat akses memanfaatkan Google Maps pada halaman *website* GIS adalah memiliki kode Google Maps API *credential key* dengan mendaftarkan *website* GIS tersebut pada alamat *website* Google yang berada di <https://console.developers.google.com> seperti pada Gambar 3.11. *Credential key* yang diberikan Google nantinya akan digunakan untuk mengakses Google Maps server pada *website* GIS yang sudah didaftarkan, sehingga setiap *website* akan memiliki kode *credential key* yang berbeda-beda. *Credential key* yang dipakai pada tugas akhir ini adalah “AIZA5yAZH15QRjhGrWQ\_7amSFQ4vdOctUnxAPdY”.



**Gambar 3.11** Membuat *Credential Key*

Setelah mendapatkan *credential key* langkah selanjutnya adalah menulis program Google Maps API pada program *web editor*, semisal notepad++. Berikut adalah langkah-langkah dalam penulisan programnya:

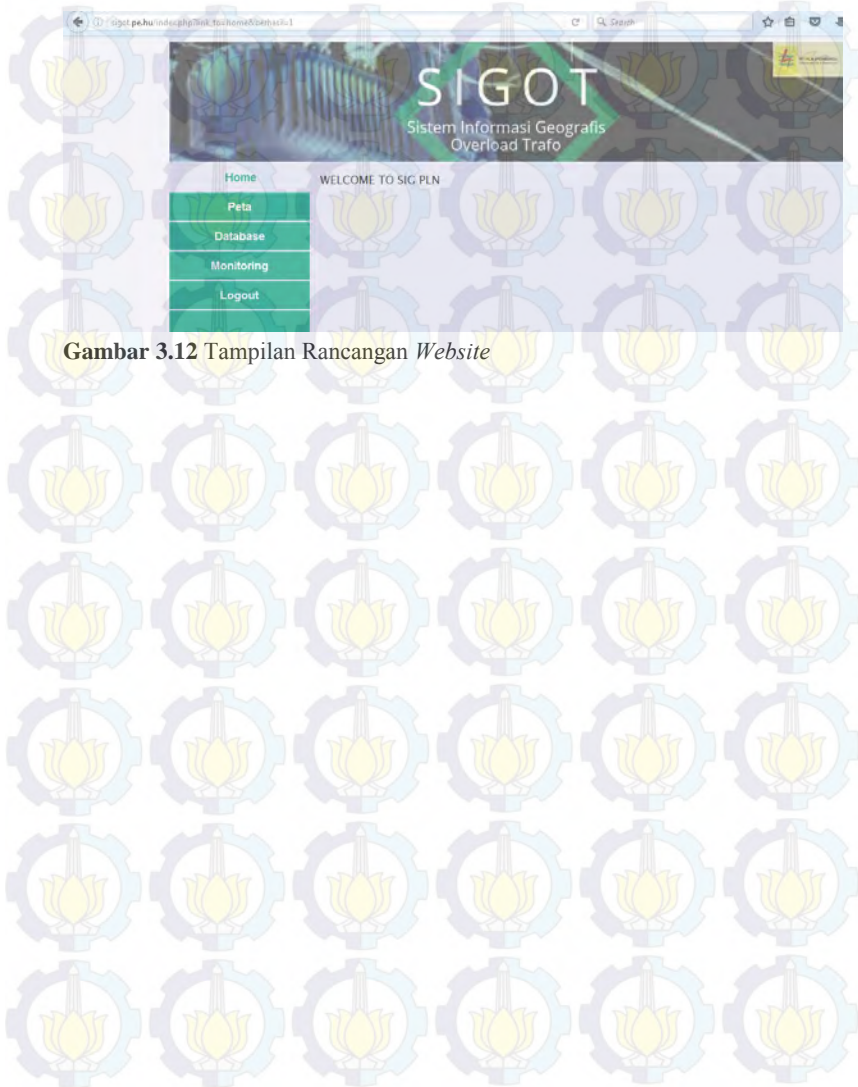
- Memasukkan Maps API *Javascript* ke dalam HTML.
- Membuat elemen *div* dengan variabel *map* untuk menampilkan peta.
- Membuat pengaturan *setting default* wilayah.
- Menuliskan fungsi *Javascript* dan PHP untuk membuat objek transformator dan *infowindow* kondisi transformator.

Setelah program tampilan objek transformator beserta informasi kondisi beban transformator pada peta selesai dibuat dalam *file PHP* maka *file* tersebut dapat dimuat dalam halaman *website* yang disediakan.

### 3.4.3 Pembuatan *Website*

*Website* yang dibuat akan diberi pilihan 3 menu dasar, yaitu Menu Peta untuk menampilkan GIS, Menu Monitoring untuk menampilkan kondisi beban transformator dalam bentuk tabel, Menu *Database* untuk

menampilkan *history* kondisi transformator pada tanggal-tanggal sebelumnya. Tampilan rancangan *website* ini seperti pada Gambar 3.12.



**Gambar 3.12** Tampilan Rancangan *Website*

## **BAB IV**

### **IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Bab ini membahas tentang implementasi dan pengujian terhadap alat. Hal ini dilakukan untuk menilai alat tersebut sudah dapat berjalan sesuai dengan fungsinya atau tidak. Pengujian juga bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dibuat. Hasil pengujian tersebut akan dianalisa untuk mengetahui ada atau tidak kekurangan dalam sistem serta untuk upaya perbaikan selanjutnya.

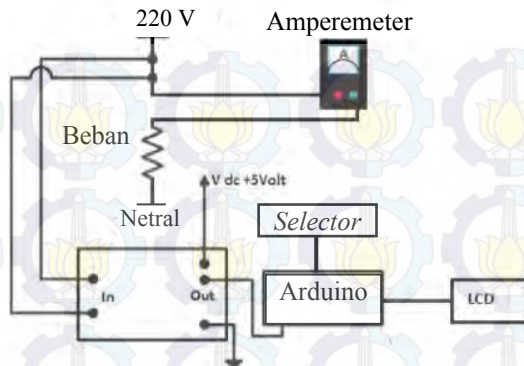
Pengujian tersebut meliputi:

- a. Pengujian sensor arus
- b. Pengujian pada *power supply*
- c. Pengujian beban motor 3 fase
- d. Pengujian pada RTC
- e. Pengujian Arduino Mega 2560
- f. Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)
- g. Pengujian komunikasi
- h. Implementasi *website* GIS
- i. Pengujian alat keseluruhan

#### **4.1 Pengujian pada Sensor Arus ACS712**

Sensor arus yang digunakan adalah jenis ACS 712 sebanyak 6 buah. Pengujian pada tiap-tiap sensor arus bertujuan untuk membandingkan antara nilai arus yang terbaca pada amperemeter dengan nilai arus ACS 712 yang tertera pada LCD. Pada saat pengujian, sensor arus yang akan diuji dengan diberikan beberapa beban, kemudian dihubungkan pada mikrokontroler sebagai pengolah data sensor arus. Hasil keluaran sensor ditampilkan pada sebuah layar LCD. Rangkaian untuk pengujian sensor ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Pengujian ini menggunakan beban lampu bohlam yang divariasikan dayanya sehingga membentuk berbagai macam nilai beban seperti pada Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.6. Pengukuran perubahan nilai arus yang diukur oleh sensor arus ACS 712 didapatkan dari perubahan nilai beban. Gambar pengujian sensor arus ACS 712 ditunjukkan Gambar 4.2. Data hasil pengukuran sensor arus 1 ditunjukkan pada Tabel 4.1.



**Gambar 4.1** Skema Pengujian Sensor Arus



**Gambar 4.2** Pengujian Sensor Arus

**Tabel 4.1** Hasil Pengukuran Sensor Arus 1

No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD(A)	Selector (x37)	Error (%)
1	40	0,15	0,15	4,5	0
2	60	0,25	0,25	7,5	0
3	100	0,42	0,41	12,3	2,38
4	140	0,59	0,58	17,4	1,69
5	160	0,69	0,67	20,1	2,89
6	200	0,85	0,85	25,5	0
7	240	1,03	1,01	30,3	1,94
8	260	1,13	1,11	33,3	1,76

No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD(A)	Selector (x37)	Error (%)
9	300	1,29	1,29	38,7	0
<b>Error rata-rata</b>					<b>1,18</b>

Data hasil pengukuran sensor arus 2 ditunjukkan pada Tabel 4.2

**Tabel 4.2** Hasil Pengukuran Sensor Arus 2

No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD (A)	Selector (x37)	Error (%)
1	40	0,15	0,14	4,2	6,7
2	60	0,25	0,25	7,5	0
3	100	0,42	0,43	12,9	2,38
4	140	0,59	0,61	18,3	3,38
5	160	0,68	0,68	20,4	0
6	200	0,85	0,86	25,8	1,17
7	240	1,03	1,04	31,2	0,97
8	260	1,13	1,15	34,5	1,78
9	300	1,29	1,33	39,9	3,1
<b>Error rata-rata</b>					<b>2,16</b>

Data hasil pengukuran sensor arus 3 ditunjukkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Pengukuran Sensor Arus 3

No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD (A)	Selector (x37)	Error (%)
1	40	0,15	0,16	4,8	6,6
2	60	0,25	0,25	7,5	0
3	100	0,42	0,42	12,6	0
4	140	0,59	0,59	17,7	0
5	160	0,68	0,68	20,4	0
6	200	0,85	0,85	25,5	0
7	240	1,03	1,04	31,2	0,97

No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD (A)	Selector (x37)	Error (%)
8	260	1,13	1,13	33,9	0
9	300	1,3	1,3	39	0
<b>Error rata-rata</b>					<b>0,84</b>

Data hasil pengukuran sensor arus 4 ditunjukkan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Pengukuran Sensor Arus 4

No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD (A)	Selector (x37)	Error (%)
1	40	0,14	0,17	5,1	21
2	60	0,24	0,26	7,8	8,3
3	100	0,39	0,43	12,9	10
4	140	0,61	0,6	18	1,6
5	160	0,7	0,7	21	0
6	200	0,85	0,84	25,2	1,17
7	240	1,01	1,01	30,3	0
8	260	1,1	1,1	33	0
9	300	1,27	1,25	37,5	1,57
<b>Error rata-rata</b>					<b>4,84</b>

Data hasil pengukuran sensor arus 5 ditunjukkan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil Pengukuran Sensor Arus 5

No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD (A)	Selector (x37)	Error (%)
1	40	0,15	0,15	4,5	0
2	60	0,25	0,25	7,5	0
3	100	0,42	0,42	12,6	0
4	140	0,59	0,59	17,7	0
5	160	0,69	0,69	20,7	0
6	200	0,85	0,86	25,8	1,17

No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD (A)	Selector (x37)	Error (%)
7	240	1,02	1,03	30,9	0,98
8	260	1,12	1,12	33,6	0
9	300	1,29	1,29	38,7	0
<b>Error rata-rata</b>					<b>0,23</b>

Data hasil pengukuran sensor arus 6 ditunjukkan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Hasil Pengukuran Sensor Arus 6

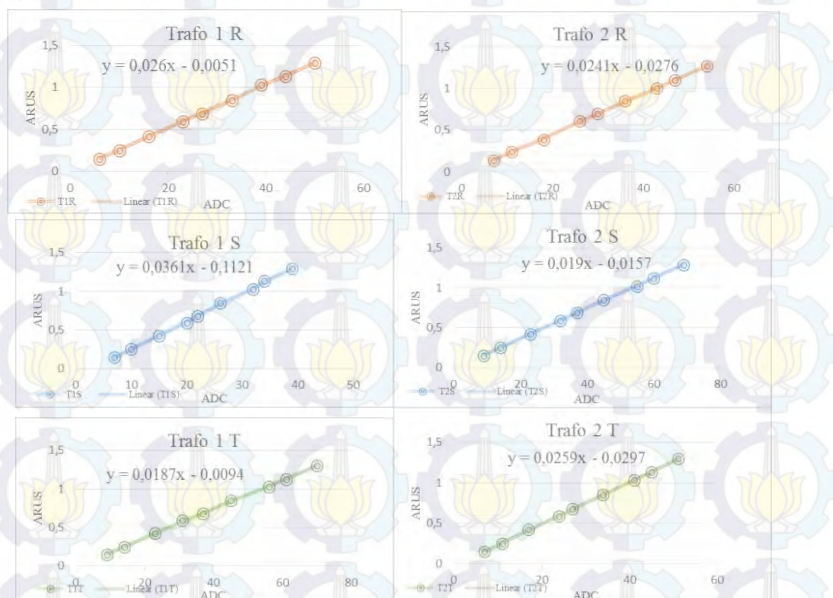
No	Beban(W)	Amperemeter (A)	LCD (A)	Selector (x37)	Error (%)
1	40	0,15	0,15	4,5	0
2	60	0,25	0,26	7,8	4
3	100	0,42	0,41	12,3	2,43
4	140	0,59	0,59	17,7	0
5	160	0,68	0,67	20,1	1,47
6	200	0,85	0,88	26,4	3,52
7	240	1,03	1,03	30,9	0
8	260	1,13	1,14	34,2	0,88
9	300	1,3	1,29	38,7	0,76
<b>Error rata-rata</b>					<b>1,45</b>

Berdasarkan data-data hasil pengujian sensor arus ACS712 yang masuk ke Arduino dapat dibuat suatu persamaan karakteristik linierisasi sensor arus yang akan digunakan untuk pembacaan nilai arus pada beban-beban selanjutnya pada Arduino. Persamaan ini menggunakan rumus *scatter* pada Microsoft Excel yang hasil grafiknya ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Dengan menggunakan rumus di Persamaan 4.1 dapat diambil kesimpulan nilai persen *error* dari setiap nilai yang diambil dari masing – masing sensor arus ACS 712. Prosentase *error* diperoleh dengan rumus:

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Hasil Multimeter} - \text{Hasil Tampilan LCD}|}{\text{Hasil Multimeter}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Pengukuran pertama menggunakan amperemeter digital kemudian hasilnya dibandingkan dengan tampilan LCD hasil pengukuran sensor ACS 712. Berdasarkan perbandingan pengukuran diperoleh *error* pengukuran sensor arus seperti pada Tabel 4.1 sampai Tabel 4.6. Dari seluruh sensor arus, rata – rata sensor arus memiliki nilai *error* sebesar 1,78%. Nilai *error* ini masih dapat ditoleransi sebagai alat ukur arus.



**Gambar 4.3** Karakteristik Linierisasi Sensor Arus ACS712

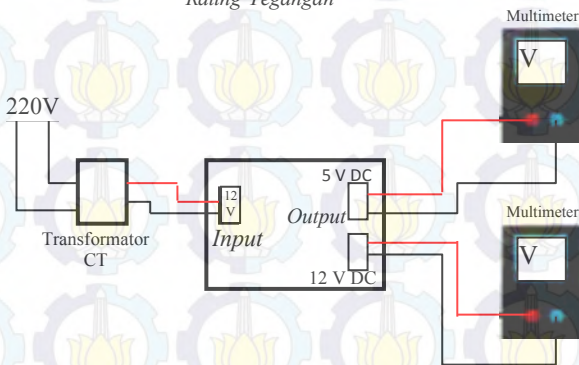
Perbedaan dari keluaran sensor tersebut dapat dikarenakan faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal berasal dari karakteristik tiap komponen yang tidak sama. Faktor eksternal berasal dari tegangan sumber referensi yang masuk tiap-tiap sensor tidak sama.

Pada Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.6 terdapat kolom *Selector* (x37). Maksud adanya kolom *selector* adalah mengalikan hasil pengukuran sensor arus dengan faktor pengali, yang diberi nilai 37. Maksud untuk mengalikan keluaran sensor arus dengan faktor pengali, yaitu supaya nilai arus bernilai cukup untuk menunjukkan kondisi *overload* pada masing-masing daya pengenalan transformator, yaitu 100 kVA dan 160 kVA.

## 4.2 Pengujian Tegangan *Output Power Supply*

Sumber tegangan dari rangkaian Arduino dan sensor ACS 712 berasal dari rangkaian *power supply*. Pada Arduino Mega 2560 membutuhkan tegangan *input* 12 V DC. Rangkaian sensor ACS 712 membutuhkan tegangan *input* dari *power supply* sebesar 5 V DC. Untuk mengetahui apakah tegangan yang dihasilkan *power supply* sesuai dengan yang dibutuhkan, maka perlu adanya pengujian pada *power supply*. Skema pengujian rangkaian *power supply* dapat dilihat pada Gambar 4.5. Rangkaian ini menghasilkan *output* yaitu 5 Volt DC dan 12 Volt DC. Tegangan keluaran diukur menggunakan multimeter secara paralel. Hasil pengujian pada Tabel 4.7. Foto pengujian *power supply* dapat dilihat pada Gambar 4.4. Prosentase *error* diperoleh dengan rumus:

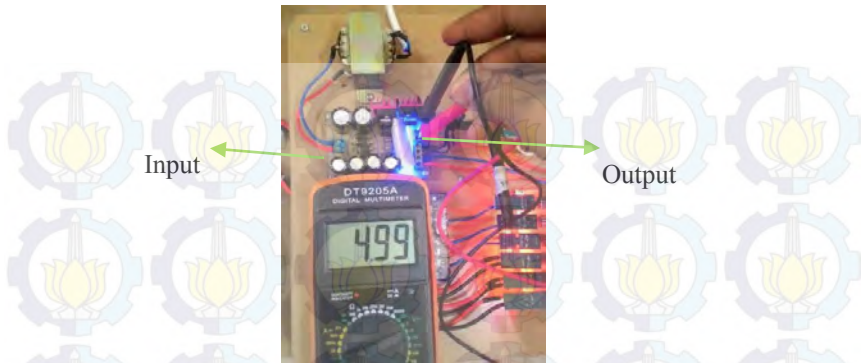
$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Rating Tegangan} - \text{Multimeter}|}{\text{Rating Tegangan}} \times 100\% \quad (4.2)$$



**Gambar 4.4** Skema Pengujian *Power Supply*

**Tabel 4.7** Pengujian Tegangan *Power Supply*

<b>Rating Tegangan</b>	<b>Multimeter</b>	<b>%Error Vout</b>
12 V	11,63 V	3,1%
5 V	4,99 V	0,2%



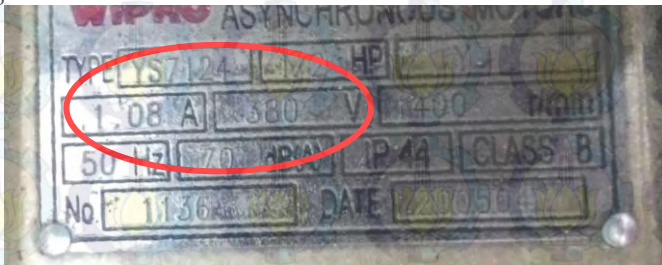
**Gambar 4.5** Pengujian Rangkaian *Power Supply*

Pada Arduino Mega 2560 menggunakan tegangan referensi yaitu 12 Volt. Namun keluaran *power supply* adalah sebesar 11,63 Volt sehingga *error* keluaran *power supply* sebesar 3,1%. Namun hal ini masih bisa ditoleransi oleh Arduino.

Pada sensor arus ACS712 menggunakan tegangan referensi sebesar 5 Volt, namun mendapatkan *input* dari *power supply* sebesar 4,99 Volt atau dengan *error* sebesar 0,2%, namun hal ini masih bisa ditoleransi oleh sensor arus ACS712.

### 4.3 Pengujian Beban Motor 3 Fase

Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa apakah arus yang terbaca pada multimeter dan LCD telah sesuai dengan *rating* yang tertera pada plat di motor seperti pada Gambar 4.6. Pada plat motor tertulis arus masukan sebesar 1,08 A dengan tegangan 380 V. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.8 sedangkan skema pengujian ditunjukkan oleh Gambar 4.7.

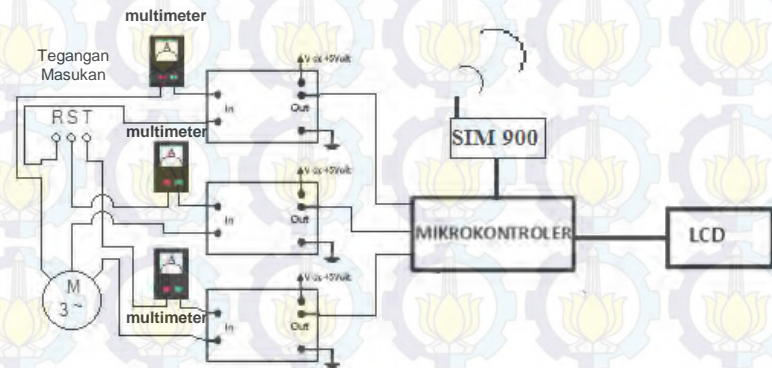


**Gambar 4.6** Spesifikasi Motor

**Tabel 4.8** Pengujian Motor 3 Fase

Fase	Arus Plat (A)	Multimeter (A)	LCD (A)
R	1,08	0,9	0,9
S	1,08	0,89	0,85
T	1,08	0,88	0,85

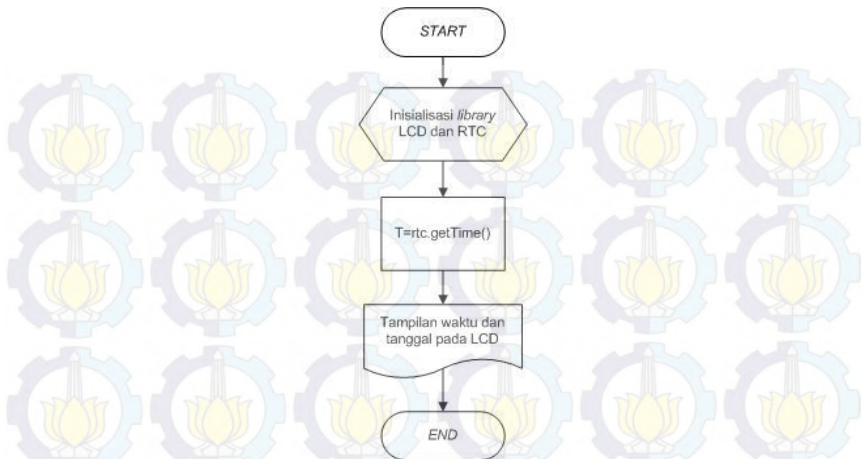
Berdasarkan data yang ada pada tabel, arus pada motor tidak sesuai dengan *rating* yang ada pada plat di motor. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pengaruh belitan yang terdapat pada motor.



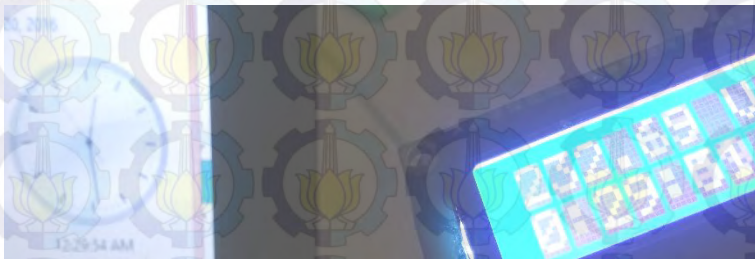
**Gambar 4.7** Skema Pengujian Motor 3 Fase

#### 4.4 Pengujian RTC

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan waktu yang ditampilkan oleh RTC melalui LCD dengan *internet time* yang ditampilkan oleh jam *laptop* dengan sistem operasi Windows 7. Prosedur pengujian dengan cara menambahkan program untuk menampilkan tampilan tanggal dan waktu secara *real time* pada LCD sesuai *flowchart* pemrograman yang di tunjukkan pada Gambar 4.8. Pengukuran waktu dapat dilihat pada Gambar 4.9. Hasil pengujian data RTC dapat dilihat pada Tabel 4.9.



**Gambar 4.8** Flowchart Pengujian RTC



**Gambar 4.9** Perbandingan Waktu RTC dengan Jam Laptop

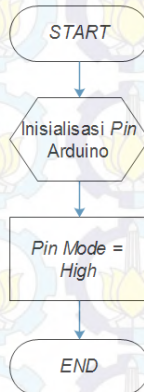
**Tabel 4.9** Pengujian RTC

NO	Jam Laptop	LCD	Selisih (Detik)
1	00:24:30	00:24:27	3
2	00:24:46	00:24:43	3
3	00:25:53	00:25:50	3
4	00:26:05	00:26:02	3
5	00:27:14	00:27:11	3
6	00:28:30	00:28:27	3
7	00:29:54	00:29:51	3

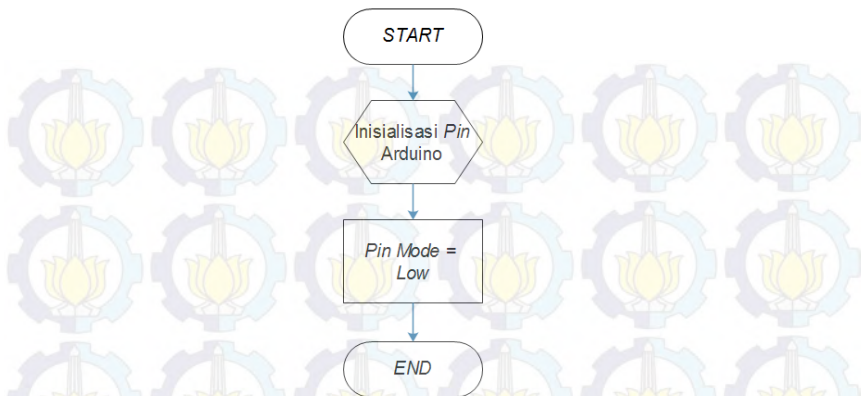
Data pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa selisih waktu yang ditunjukkan antara jam *laptop* sebagai acuan dengan RTC adalah 3 detik. Selisih waktu tersebut berlanjut secara konstan. Dengan menganggap bahwa *clock* yang dimiliki *laptop* akurat maka dapat dianggap bahwa RTC mampu melakukan fungsi pewaktuan dengan baik, tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat karena selisih waktunya bernilai tetap.

#### 4.5 Pengujian Arduino Mega 2560

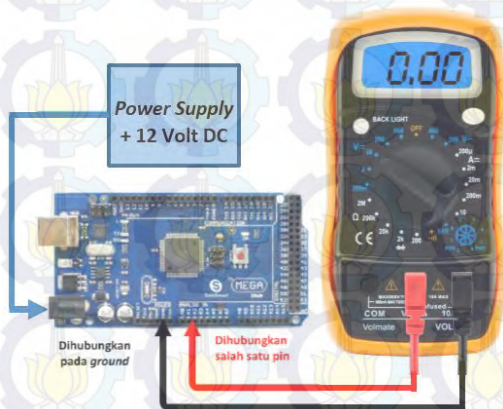
Pengujian ini dilakukan terhadap *board* Arduino Mega 2560. Pengujian ini dilakukan pada pin A0 sampai dengan pin A8, D0 sampai dengan D7, dan D14 sampai dengan D21 milik Arduino Mega dengan cara *setting output* pada logika 1 mengikuti *flowchart* pemrograman yang ditunjukkan Gambar 4.10. Untuk *setting output* pada logika 0 mengikuti *flowchart* pemrograman yang ditunjukkan Gambar 4.11. Setelah itu, mengukur besar keluaran tegangan pada setiap pin seperti pada Gambar 4.12 dimana hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.10.



**Gambar 4.10** *Flowchart* Pengujian Tegangan Pin Arduino Logika 1



Gambar 4.11 Flowchart Pengujian Tegangan Pin Arduino Logika 0



Gambar 4.12 Rangkaian Pengujian Pin Arduino

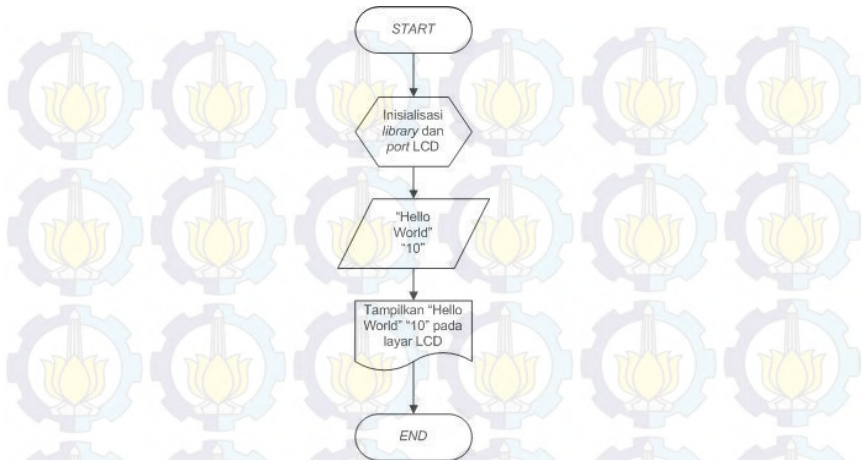
Tabel 4.10 Pengujian Pin Arduino Mega

Pin	Tegangan pada logika (1)	Tegangan pada logika (0)
A0	5,04 Volt	0 Volt
A1	5,04 Volt	0 Volt
A2	5,04 Volt	0 Volt
A3	5,04 Volt	0 Volt

<b>Pin</b>	<b>Tegangan pada logika (1)</b>	<b>Tegangan pada logika (0)</b>
A4	5,04 Volt	0 Volt
A5	5,04 Volt	0 Volt
A6	5,04 Volt	0 Volt
A7	5,04 Volt	0 Volt
A8	5,04 Volt	0 Volt
D0	5,04 Volt	0 Volt
D1	5,04 Volt	0 Volt
D2	5,04 Volt	0 Volt
D3	5,04 Volt	0 Volt
D4	5,04 Volt	0 Volt
D5	5,04 Volt	0 Volt
D7	5,04 Volt	0 Volt
D14	5,04 Volt	0 Volt
D15	5,04 Volt	0 Volt
D16	5,04 Volt	0 Volt
D17	5,04 Volt	0 Volt
D18	5,04 Volt	0 Volt
D19	5,04 Volt	0 Volt
D20	5,04 Volt	0 Volt

Berdasarkan pengujian pada pin Arduino diatas maka dapat disimpulkan bahwa apabila Arduino diberi logika 1 akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 5,04 Volt pada semua pin. Namun apabila Arduino diberi logika 0, maka pada semua pin tidak mengeluarkan tegangan atau 0 Volt.

#### 4.6 Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)



**Gambar 4.13** Flowchart Program Tampilan LCD

Pengujian dilakukan dengan cara mengunggah program ke Arduino yang memerintahkan LCD untuk menampilkan karakter. Pada pengujian LCD kali ini menggunakan LCD 16 x 2, pengujian mengikuti *flowchart* program pada Arduino seperti Gambar 4.13, yaitu menampilkan karakter “hello, world!” pada baris pertama dan karakter angka pada baris kedua. Hasil pengujian ditampilkan pada layar LCD yang terdapat pada Gambar 4.14.

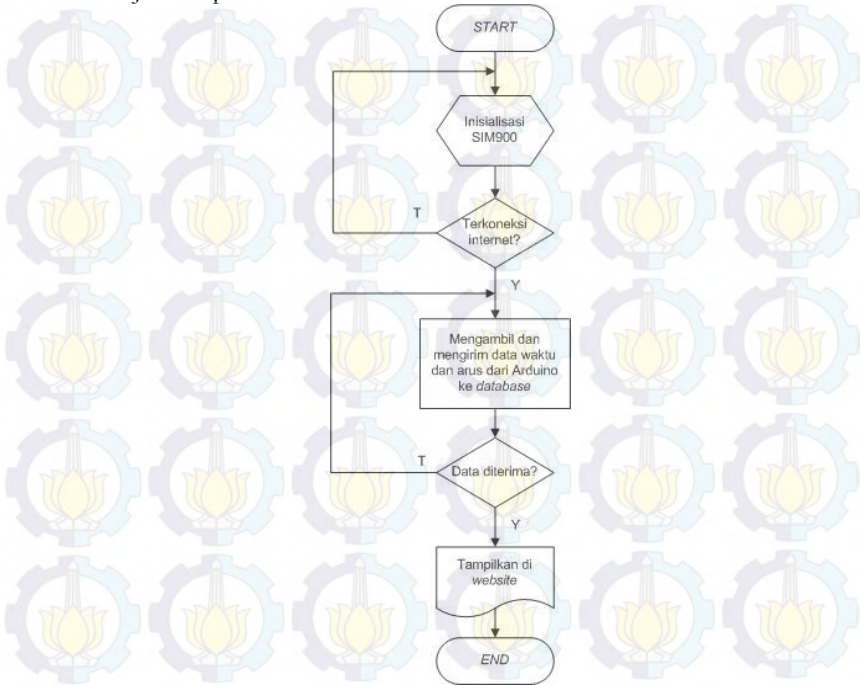


**Gambar 4.14** Tampilan LCD

#### 4.7 Pengujian Komunikasi

Pengujian komunikasi dimulai dari pengambilan data arus dan data waktu dari Arduino hingga mengirimkan data ke *database server*

melalui Modul GSM SIM900. Gambar 4.14 adalah *flowchart* yang menunjukkan proses komunikasi melalui Modul GSM SIM900.



**Gambar 4.15** *Flowchart* Proses Pengujian Komunikasi

Pada pengujian komunikasi ini terdapat *delay* yang diakibatkan oleh beberapa tahapan persiapan yang harus dilewati modul GSM agar data arus dan waktu dapat terkirim ke *database* melalui internet dan ditampilkan pada *website* GIS. Pengujian dilakukan hingga 5 kali percobaan komunikasi antara Arduino dengan *database*. Pengukuran waktu dengan *stopwatch* ditampilkan pada Gambar 4.16.



**Gambar 4.16** Pengukuran Waktu Pembacaan dan Pengiriman Data

Berdasarkan percobaan komunikasi tersebut dibuatlah tabel pengukuran waktu seperti pada Tabel 4.11. Dapat diketahui bahwa dalam proses pengambilan data hingga pengiriman ke *database* membutuhkan waktu rata-rata 27,14 detik.

**Tabel 4.11** Pengukuran Waktu Pembacaan dan Pengiriman Data

Pengiriman	Lama Waktu
1	26,12 detik
2	26,05 detik
3	26,53 detik
4	26,47 detik
5	28,12 detik

Berdasarkan pada program ada beberapa prosedur yang membutuhkan *delay* sehingga menyebabkan waktu pengiriman rata-rata 27,14 detik, diantaranya adalah komunikasi antara Arduino dengan SIM900, mengirim permintaan kepada *database*, *setting* APN, dan pembacaan sensor yang membutuhkan waktu operasi diatas 5 detik. Bila data dapat berhasil dikirim maka otomatis akan memperbarui nilai tabel arus di *database server* seperti yang terlihat pada Gambar 4.17.

Pengujian komunikasi ini dilakukan di Perumahan Sukolilo Dian Regency Jalan Makmur IV nomor 6 pada tanggal 1 Mei 2016. Kecepatan pengiriman data ke *database* dipengaruhi oleh sinyal internet yang ada. Pengiriman dapat terganggu apabila terjadi gangguan pada sinyal.

	id_trafo	kapasitas	arus_fasa_r	arus_fasa_s	arus_fasa_t	id_waktu
	BD123	100	38000	20000	35000	2016-03-09 07:11:17
	BD321	160	50000	50000	95000	2016-03-10 13:30:30

**Gambar 4.17** Database Server

## 4.8 Implementasi Website GIS

Implementasi *Geographical Information System* pada *website* dimulai dengan pembuatan *hosting* dan *domain*. *Hosting* yang dipakai adalah jenis *Hosting Premium* dari penyedia layanan *hosting* dari <http://hostinger.co.id>. Sementara alamat *domain* yang dipakai adalah <http://sigot.pe.hu>.

### 4.8.1 Proses Log In

Untuk mengakses menu-menu di *website* <http://sigot.pe.hu> dimulai dengan proses *log in* operator seperti pada Gambar 4.18.



**Gambar 4.18** Tampilan Home Page Website untuk Melakukan Log In



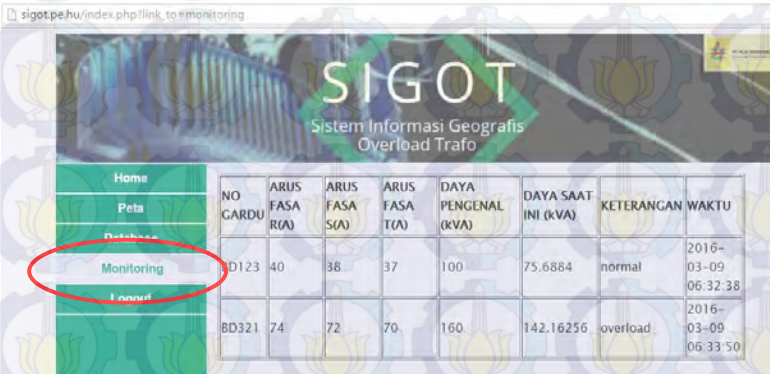
**Gambar 4.19** Tampilan Website pada Halaman Utama

Bila *username* atau *password* yang dimasukkan oleh operator tidak sesuai dengan yang tersimpan di *database*, maka *website* akan mengumpan balik halaman ke *home page*. Bila operator benar memasukkan *username* dan *password* maka operator dapat mengakses menu-menu di *website* ini seperti pada Gambar 4.19.

#### 4.8.2 Menu Monitoring

Menu Monitoring dibuat agar operator dapat mengetahui kondisi transformator keseluruhan dalam bentuk lebih sederhana, yaitu melalui tabel. Tabel kondisi transformator terdiri atas beberapa kolom, yaitu: No Gardu, Arus Fase R, Arus Fase S, Arus Fase T, Daya Pengenal, Daya Saat Ini, Keterangan, Waktu. Kolom No Gardu, Daya Pengenal adalah variabel tetap, artinya nilai dari kolom-kolom ini sudah di tetapkan dan masukan ke *database server*. Kolom Waktu akan mengikuti nilai dari RTC. Kolom Arus Fase R, S, T, akan mengikuti nilai yang diberikan oleh sensor arus ( $I_R+I_S+I_T$ ) yang dikirim SIM900 ke *database server*. Kolom Daya Saat Ini merupakan nilai dari Persamaan (2.1)

Nilai  $V_R$ ,  $V_S$ ,  $V_T$ , diasumsikan bernilai tetap, yaitu 400 V. Kolom Keterangan berisi status dari transformator itu sendiri, *overload* atau normal. Status ini diperoleh dengan membandingkan nilai Daya Saat Ini dengan 80% Daya Pengenal. Jika Daya Saat Ini > 80% Daya Pengenal maka transformator berstatus *overload*. Jika Daya Saat Ini < 80% Daya Pengenal maka transformator berstatus normal. Tampilan Menu Monitoring pada Gambar 4.20.



NO GARDU	ARUS FASA R(A)	ARUS FASA S(A)	ARUS FASA T(A)	DAYA PENGENAL (KVA)	DAYA SAAT INI (KVA)	KETERANGAN	WAKTU
D123	40	38	37	100	75.6884	normal	2016-03-09 06:32:38
BD321	74	72	70	160	142.16256	overload	2016-03-09 06:33:50

Gambar 4.20 Tampilan Menu Monitoring

### 4.8.3 Menu *Database*

Tampilan Menu *Database* hampir sama dengan dengan Menu Monitoring, hanya saja di Menu *Database* diberikan pilihan tanggal, identitas transformator dan tombol cetak. Pilihan tanggal dan identitas transformator ini berguna untuk melihat riwayat beban transformator yang dipilih, sementara tombol cetak untuk mencetak tampilan dari tabel yang tersedia dan disesuaikan dengan tanggal serta transformator apa yang ingin dicetak laporan bebannya. Tampilan Menu *Database* dapat dilihat pada Gambar 4.21.



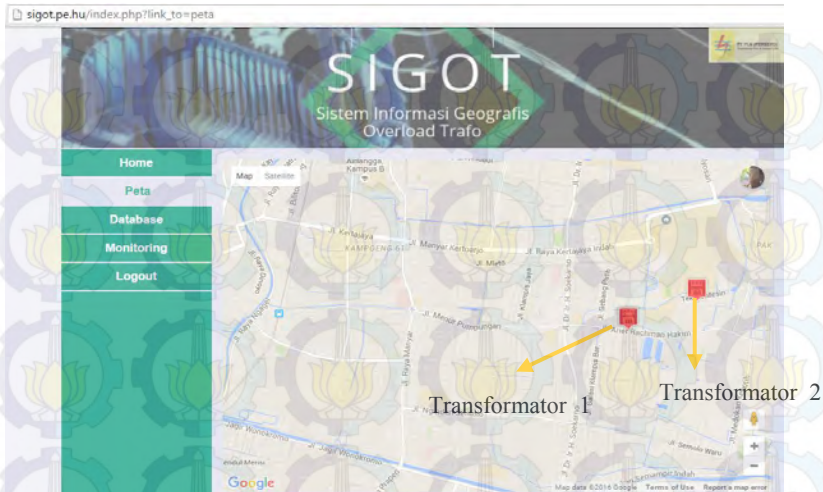
The screenshot shows the SIGOT (Sistem Informasi Geografis Overload Trafo) web application. The interface includes a navigation menu on the left with options: Home, Peta, Database, Monitoring, and Logout. The 'Database' menu item is highlighted with a red circle. The main content area displays a table with columns: NO. GARDU, ARUS FASA R(A), ARUS FASA S(A), ARUS FASA T(A), DAYA PENGENAL (kVA), DAYA TERUKUR (kVA), KETERANGAN, and WAKTU. The table contains two rows of data for transformer IDs BD123 and BD321. The 'NO. GARDU' column for the first row is circled in red. The browser address bar shows 'sigot.pehu/index.php?link\_to=database'.

NO. GARDU	ARUS FASA R(A)	ARUS FASA S(A)	ARUS FASA T(A)	DAYA PENGENAL (kVA)	DAYA TERUKUR (kVA)	KETERANGAN	WAKTU
BD123	41.2	37.2	36.88	100	75.8726848	normal	2016-03-09 06:30:38
BD321	0	0.401	0.337	160	0.48572208	normal	2016-03-09 06:30:30

Gambar 4.21 Tampilan Menu *Database*

### 4.8.4 Menu *Peta*

Pada Menu *Peta* selain ditampilkan lokasi persebaran transformator, juga disediakan tampilan *infowindow* yang berisi informasi kondisi dan profil transformator. Menu *Peta* di *website* menampilkan 2 *icon* transformator, yaitu transformator 1 (BD123) yang diletakkan pada jalan Arif Rahman Hakim dengan koordinat (-7.289538, 112.772943) dan transformator 2 (BD123) yang diletakkan pada jalan Teknik Mesin ITS dengan koordinat (-7.286774, 112.795658). Bila ada transformator terkena *overload* maka akan ada ikon khusus dan suara alarm. Tampilan menu *Peta* seperti pada Gambar 4.22.



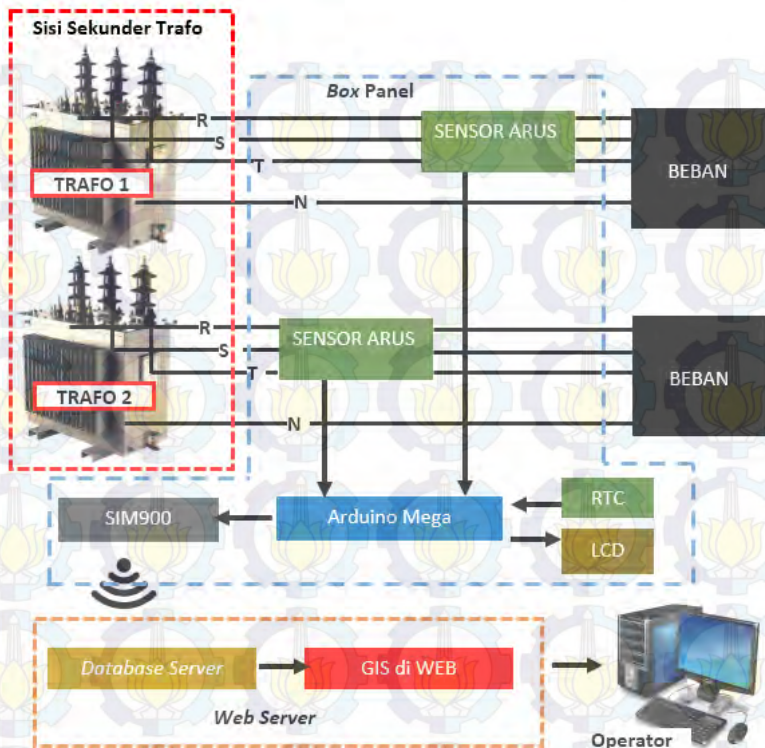
Gambar 4.22 Tampilan Menu Peta

#### 4.9 Pengujian Keseluruhan

Saat dilakukan pengujian alat secara keseluruhan, dilakukan seluruh koordinasi pada sensor arus, RTC, dan modul GSM. Pengujian keseluruhan dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar gedung BB 102 D3 Teknik Elektro ITS tanggal 28 Mei 2016.

Prosedur pengujian yang dilalui, yaitu menghubungkan perangkat ke catu daya 3 fase lalu mengaktifkan semua komponen dalam sistem. Gambar skema pengujian alat secara keseluruhan terdapat pada Gambar 4.23.

Pengujian ini dilakukan pada 2 kondisi. Kondisi pertama, yaitu transformator 1 normal, transformator 2 normal. Kondisi kedua, yaitu transformator 1 *overload*, transformator 2 *overload*.



**Gambar 4.23** Skema Pengujian Keseluruhan

#### 4.9.1 Kondisi Transformator 1 Normal dan Transformator 2 Normal

Transformator 1 (BD123) yang diberi daya pengenal 100 kVA dibebani oleh 1 motor 3 fase dan beban 1 fase berupa 1 buah lampu bohlam 15 W pada masing-masing fasenya. Transformator 2 (BD321) yang diberi daya pengenal 160 kVA dibebani oleh 1 motor 3 fase dan 1 lampu bohlam 100 W pada masing-masing fasenya.



**Gambar 4.24** Perbandingan Pengukuran Beban Normal pada Transformator 1 Fase S

Pada Gambar 4.24 menunjukkan salah satu contoh perbandingan pengukuran arus beban normal pada Transformator 1 (BD 123) antara sensor arus yang ditampilkan dalam LCD dengan *clamp* meter pada fase S. Nilai waktu dari RTC dan nilai arus dari sensor arus pada masing-masing fase transformator tersebut dikirim ke *database server* yang seterusnya akan ditampilkan pada *website* di menu Monitor seperti Gambar 4.25.



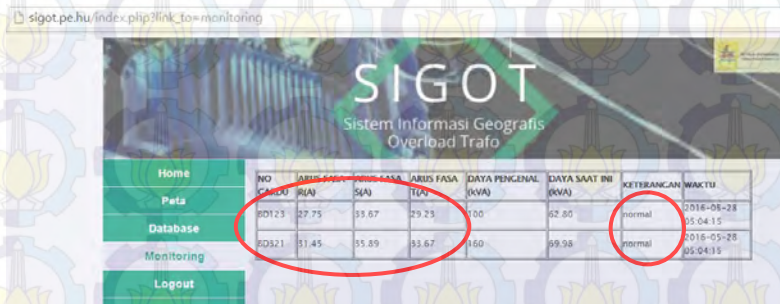
**Gambar 4.25** Tampilan Nilai Arus dan Waktu pada Menu Monitoring

Pada Tabel 4.12 adalah tabel perbandingan tampilan pengujian arus keseluruhan untuk beban normal sebelum dikalikan dengan faktor pengali pada masing-masing transformator.

**Tabel 4.12** Perbandingan Tampilan Arus Beban Normal

Jalur Fase	Tampilan LCD (A)	Tampilan Web (A)	Pengukuran Clamp Meter (A)
Transformator 1 Jalur R	0,75	0,75	0,73

Jalur Fase		Tampilan LCD (A)	Tampilan Web (A)	Pengukuran Clamp Meter (A)
Transformator Jalur S	1	0,91	0,91	0,91
Transformator Jalur T	1	0,79	0,79	0,79
Transformator Jalur R	2	0,85	0,85	0,87
Transformator Jalur S	2	0,97	0,97	0,92
Transformator Jalur T	2	0,91	0,91	0,90

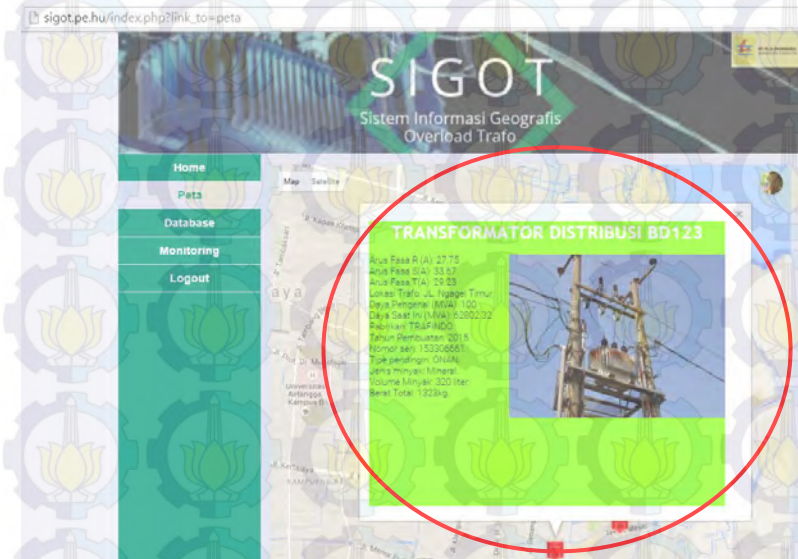


**Gambar 4.26** Menu Monitoring Pada Kondisi Transformator Normal Setelah Faktor Pengali Dihidupkan

Pada Gambar 4.26, nilai arus dari sensor arus pada masing-masing fase telah dikalikan dengan faktor pengali 37. Transformator 1 (BD 123) nilai arus fase R yang terukur sensor arus adalah 0,75 A, arus fase S 0,91 A, arus fase T 0,79 A. Nilai-nilai arus ini akan dikalikan dengan nilai pengali 37 sehingga didapatkan tampilan arus di menu Monitoring pada fase R 27,75 A, arus pada fase S 33,67 A, arus pada fase T 29,23 A. Sesuai dengan Persamaan (2.1) maka diperoleh daya bebannya adalah 62,8 kVA. Status dari transformator ini adalah normal karena daya beban terukur masih di bawah batas 80% daya pengenalan Transformator. Daya pengenalan transformator 1 adalah 100 kVA, sehingga 80% daya pengenalnya adalah 80 kVA.

Pada transformator 2 (BD321) dengan nilai arus fase R yang terukur sensor arus adalah 0,85 A, arus fase S. 0,97 A, arus fase T 0,91 A. Nilai-nilai arus ini akan dikalikan dengan nilai pengali 37 sehingga

didapatkan tampilan arus di menu Monitoring pada fase R 31,45 A, arus pada fase S 35,89 A, arus pada fase T 33,67 A. Sesuai dengan Persamaan (2.1) maka diperoleh daya bebannya adalah 69,98 kVA. Status dari transformator ini adalah normal karena daya beban terukur masih di bawah batas 80% daya pengenal Transformator. Daya pengenal transformator 2 adalah 160 kVA, sehingga 80% daya pengenalnya adalah 128 kVA.



**Gambar 4.27** Tampilan *Infowindow* GIS Transformator 1 (BD123) Normal

Tampilan GIS di *website* pada menu Peta seperti pada Gambar 4.27. Ketika *icon* normal transformator 1 (BD123) di-klik maka akan muncul *infowindow* yang berisi deskripsi dan kondisi transformator. Deskripsi ini meliputi: Arus Fasa R, Arus Fasa S, Arus Fasa T, Lokasi Transformator, Daya Pengenal, Daya Saat Ini, Pabrikan, Tahun Pembuatan, Nomor Seri, Tipe Pendingin, Jenis Minyak, Volume Minyak, Berat Total. Tampilan nilai Arus Fase R adalah 27,75 A. Tampilan nilai Arus Fase S adalah 33,67 A. Tampilan nilai Arus Fase T adalah 29,23 A. Tampilan nilai Daya Saat Ini adalah 62,8 kVA.

Ketika *icon* normal transformator 2 (BD321) di-klik maka akan muncul *infowindow* yang berisi deskripsi dan kondisi transformator seperti pada Gambar 4.28. Deskripsi ini meliputi: Arus Fasa R, Arus

Fasa S, Arus Fasa T, Lokasi Transformator, Daya Pengenal, Daya Saat Ini, Pabrikasi, Tahun Pembuatan, Nomor Seri, Tipe Pendingin, Jenis Minyak, Volume Minyak, Berat Total. Tampilan nilai Arus Fase R adalah 31,45 A. Tampilan nilai Arus Fase S adalah 35,89 A. Tampilan nilai Arus Fase T adalah 33,67 A. Tampilan nilai Daya Saat Ini adalah 69,98 kVA.



**Gambar 4.28** Tampilan *Infowindow* GIS Transformator 2 (BD321) Normal

#### 4.9.2 Kondisi Transformator 1 *Overload* dan Transformator 2 *Overload*

Transformator 1 (BD123) yang diberi daya pengenal 100 kVA dibebani oleh 1 motor 3 fase dan 5 lampu bohlam 15 W dan 1 lampu 25 W. Transformator 2 (BD321) yang diberi daya pengenal 160 kVA dibebani oleh 1 motor 3 fase dan 3 lampu bohlam 100 W pada masing-masing fasenya.



**Gambar 4.29** Perbandingan Pengukuran Beban *Overload* pada Transformator 2 Fase S

Pada Gambar 4.29 menunjukkan salah satu contoh perbandingan pengukuran arus beban *overload* pada Transformator 2 (BD 321) antara sensor arus yang ditampilkan dalam LCD dengan *clamp* meter pada fase S. Nilai waktu dari RTC dan nilai arus dari sensor arus pada masing-masing fase transformator tersebut dikirim ke *database server* yang seterusnya akan ditampilkan pada *website* di menu Monitor seperti Gambar 4.30.



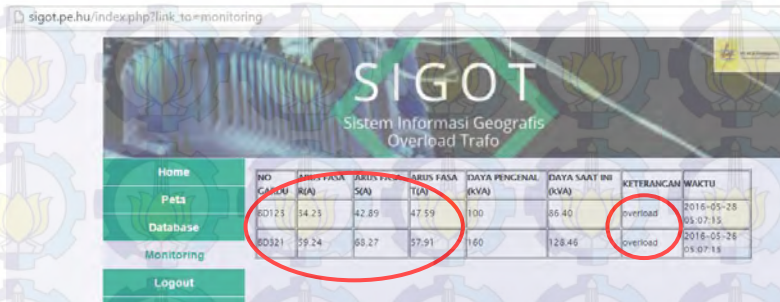
**Gambar 4.30** Tampilan Nilai Arus dan Waktu pada Menu Monitoring

Pada Tabel 4.13 adalah tabel perbandingan tampilan pengujian arus keseluruhan untuk beban *overload* sebelum dikalikan dengan faktor pengali pada masing masing transformator.

**Tabel 4.13** Perbandingan Tampilan Arus Beban *Overload*

Jalur Fase	Tampilan LCD (A)	Tampilan Web (A)	Pengukuran Clamp Meter (A)	
Transformator Jalur R	1	0,79	0,79	0,75
Transformator Jalur S	1	0,97	0,97	1,04

Jalur Fase		Tampilan LCD (A)	Tampilan Web (A)	Pengukuran Clamp Meter (A)
Transformator Jalur T	1	1,07	1,07	1,06
Transformator Jalur R	2	1,52	1,52	1,54
Transformator Jalur S	2	1,71	1,71	1,64
Transformator Jalur T	2	1,43	1,43	1,51

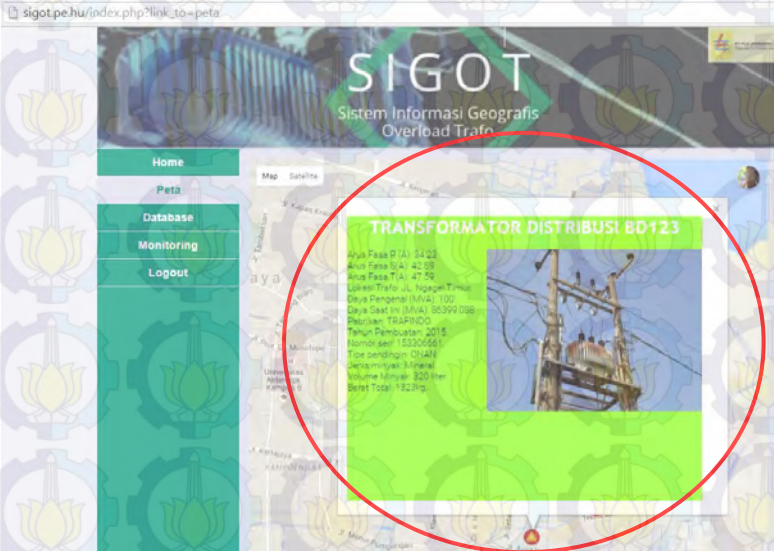


**Gambar 4.31** Menu Monitoring Pada Kondisi Transformator *Overload* Setelah Faktor Pengali Dihidupkan

Pada Gambar 4.31 nilai arus dari sensor arus pada masing-masing fase telah dikalikan dengan faktor pengali 37. Transformator 1 (BD 123) nilai arus fase R yang terukur sensor arus adalah 0,79 A. Arus fase S. 0,97 A, arus fase T 1,07 A. Nilai-nilai arus ini akan dikalikan dengan nilai pengali 37 sehingga didapatkan tampilan arus di menu Monitoring pada fase R 34,23 A, arus pada fase S 42,89 A, arus pada fase T 47,59 A. Sesuai dengan Persamaan (2.1) maka diperoleh daya bebannya adalah 86,4 kVA. Status dari transformator ini adalah *overload* karena daya beban terukur di atas batas 80% daya pengenal Transformator. Daya pengenal transformator 1 adalah 100 kVA, sehingga 80% daya pengenalnya adalah 80 kVA.

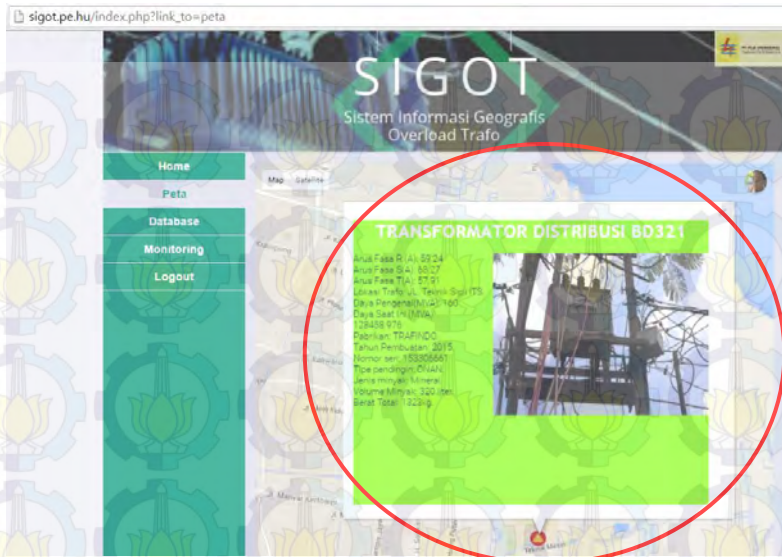
Pada transformator 2 (BD321) nilai arus fase R yang terukur sensor arus adalah 1,52 A. Arus fase S. 1,71 A, arus fase T 1,43 A. Nilai-nilai arus ini akan dikalikan dengan nilai pengali 37 sehingga didapatkan tampilan arus di menu Monitoring pada fase R 59,24 A, arus pada fase S 68,27 A, arus pada fase T 57,91 A. Sesuai dengan

Persamaan (2.1) maka diperoleh daya bebannya adalah 128,46 kVA. Status dari transformator ini adalah *overload* karena daya beban terukur di atas batas 80% daya pengenal Transformator. Daya pengenal transformator 2 adalah 160 kVA, sehingga 80% daya pengenalnya adalah 128 kVA.



**Gambar 4.32** Tampilan *Infowindow* GIS Transformator 1 (BD123) *Overload*

Tampilan GIS di *website* pada menu Peta seperti pada Gambar 4.32. Pada saat ada transformator dalam kondisi *overload* akan ada suara alarm yang berbunyi dan ketika *icon overload* transformator 1 (BD123) di-klik maka akan muncul *infowindow* yang berisi deskripsi dan kondisi transformator. Deskripsi ini meliputi: Arus Fasa R, Arus Fasa S, Arus Fasa T, Lokasi Transformator, Daya Pengenal, Daya Saat Ini, Pabrikasi, Tahun Pembuatan, Nomor Seri, Tipe Pendingin, Jenis Minyak, Volume Minyak, Berat Total. Tampilan nilai Arus Fase R adalah 34,23 A. Tampilan nilai Arus Fase S adalah 42,89 A. Tampilan nilai Arus Fase T adalah 47,59 A. Tampilan nilai Daya Saat Ini adalah 86,4 kVA.



**Gambar 4.33** Tampilan *Infowindow* GIS Transformator 2 (BD321) *Overload*

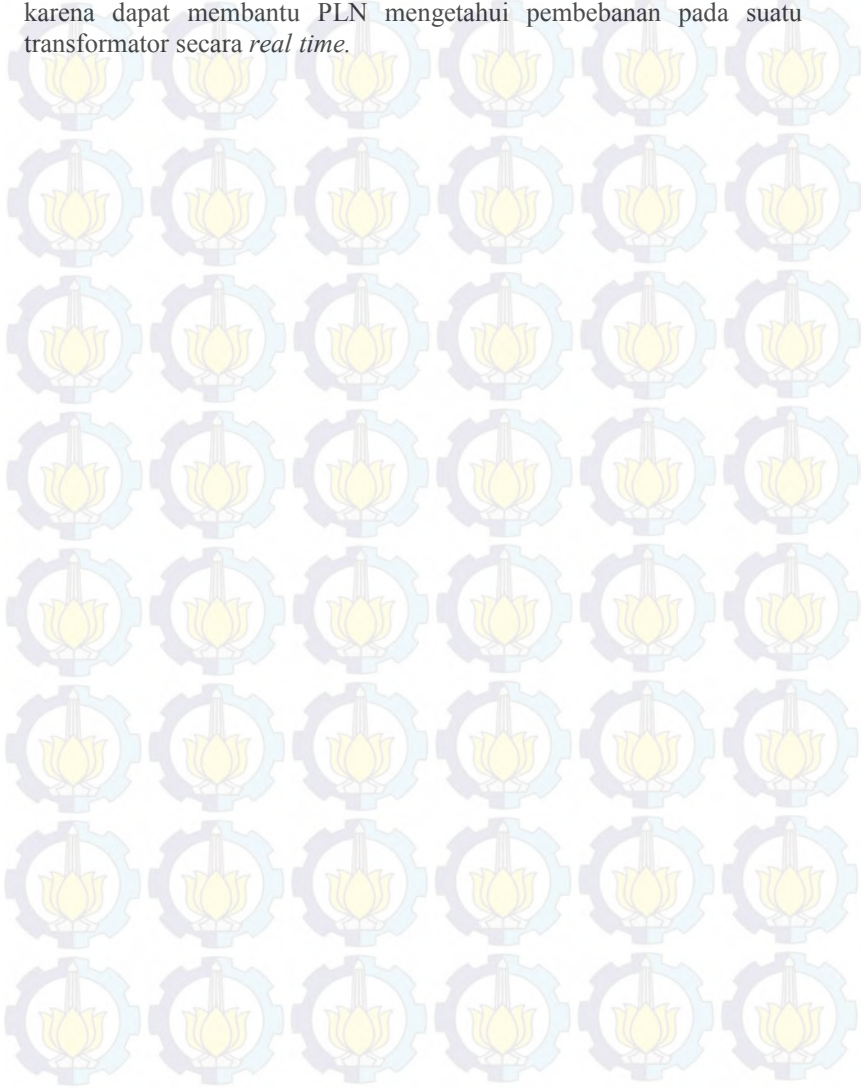
Ketika *icon overload* transformator 2 (BD321) di-klik maka akan muncul *infowindow* yang berisi deskripsi dan kondisi transformator seperti pada Gambar 4.33. Deskripsi ini meliputi: Arus Fasa R, Arus Fasa S, Arus Fasa T, Lokasi Transformator, Daya Pengenal, Daya Saat Ini, Pabrikan, Tahun Pembuatan, Nomor Seri, Tipe Pendingin, Jenis Minyak, Volume Minyak, Berat Total. Tampilan nilai Arus Fase R adalah 59,24 A. Tampilan nilai Arus Fase S adalah 68,27 A. Tampilan nilai Arus Fase T adalah 57,91 A. Tampilan nilai Daya Saat Ini adalah 128,46 kVA.

#### 4.10 Analisa Relevansi

Alat yang dibuat merupakan prototipe atau alat peraga dari yang ada pada sistem distribusi. Untuk penerapannya secara menyeluruh di lapangan masih diperlukan adanya analisa dan studi lebih lanjut mengenai komponen yang digunakan serta sistem yang dioperasikan.

Alat ini dapat diletakkan pada *outgoing* transformator sehingga dapat mendeteksi arus beban pada suatu transformator. Namun perlu diperhatikan sensor yang digunakan pada prototipe ini memiliki kapasitas yang kecil serta menggunakan modem GPRS yang memiliki *delay* cukup lama. Jika ingin diimplementasikan pada sistem yang ada

pada PLN, maka perlu penggantian sensor dengan *range* yang lebih besar. Namun secara keseluruhan apabila diterapkan dapat bermanfaat karena dapat membantu PLN mengetahui pembebanan pada suatu transformator secara *real time*.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

Berdasarkan pengukuran dan pengujian alat yang telah dilakukan, baik dari perangkat lunak ataupun perangkat keras dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut.

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari Tugas Akhir yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah berdasarkan pengujian pada semua sensor arus ACS712 didapatkan hasil dengan *error* rata-rata sebesar 1,78% menggunakan beban motor 3 fase dan lampu bohlam. Pada pengujian pada RTC diperoleh hasil selisih waktu sebesar 3 detik antara waktu yang ditampilkan pada layar LCD dengan waktu yang tertera pada jam laptop. Arduino Mega 2560 dapat memproses dan menampilkan data arus dan waktu secara *real time* melalui layar LCD yang terdapat pada *box* panel.

Kami juga mendapatkan kesimpulan, berdasarkan pada pengujian komunikasi, proses pembacaan sampai dengan pengiriman ke *database* serta menampilkannya pada *website* memerlukan waktu rata-rata 27,14 detik. Kemudian, tampilan GIS pada *website* dapat menampilkan data arus dan lokasi transformator, serta dapat memberikan *warning* saat transformator mendekati *overload*. Data hasil monitoring tersimpan secara otomatis pada *database server*.

#### **5.2 Saran**

Dengan memperhatikan beberapa kelemahan dan kekurangan dari proyek Tugas Akhir ini, maka diberikan beberapa saran yang sekiranya dapat dikembangkan pada masa yang akan datang demi kesempurnaan dari proyek Tugas Akhir ini. Adapun beberapa saran tersebut diantaranya adalah pengambilan data sebaiknya lebih banyak dan berulang, untuk memastikan kemampuan alat serta keakuratan alat. Pada pengembangan kedepannya diharapkan tidak hanya terfokus pada *overload* transformator, namun juga pada gangguan transformator distribusi lainnya. Kemudian diintegrasikan pada GIS. kemudian, alat ini kedepannya bisa menggunakan modul komunikasi internet yang lebih cepat, sehingga *delay* pengiriman tidak terlalu lama. Untuk penerapan pada saluran *outgoing* transformator distribusi yang sebenarnya, perlu menggunakan sensor arus dengan *range* pengukuran yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ....., *Statistik PLN 2014*, Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero), Jakarta, 2015.
- [2] ....., *Rekap Pengukuran GTT Distribusi Area Surabaya Selatan*, PT. PLN (Persero) Area Surabaya Selatan, Surabaya, 2015
- [3] ....., *Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor: 0017.E/DIR/2014 Metode Pemeliharaan Transformator Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen*, PT. PLN (Persero), Jakarta, 2014.
- [4] ....., *SIMONTRA (Sistem Monitoring Online Transformator) PLN*, PT. PLN (Persero), Jakarta, 2010.
- [5] Primadani, R. A., Prototipe Monitoring *Overload* Transformator Distribusi Menggunakan Mikrokontroler, *Tugas Akhir*, Program D3 Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 2014.
- [6] Karim, Sujatmiko, *Transformator Distribusi Dan Metode Monitoring Gardu Distribusi Pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, PT. PLN (Persero), Jakarta, 2010.
- [7] ....., *SPLN D3.002-1:2007 Spesifikasi Transformator Distribusi Bagian 1*, PT. PLN (Persero), Jakarta, 2007.
- [8] Joe P., *Fundamental Principles Of Transformer Thermal Loading And Protection*, 20010 Texas A&M Relay Conference, pp. 4, 2010.
- [9] Syahwil, M., *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*, Andi. Yogyakarta, 2013.
- [10] ....., *Extremely Accurate I2C-Integrated RTC/TCXO/Crystal*, Maxim Integrated Products Inc., Datasheet, 2015.
- [11] ....., *Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*, Allegro Microsystems Inc., Datasheet, Worcester, 2012.

- [12] ....., *16 x 2 Character LCD*, Vishay Intertechnology, Datasheet, 2008.
- [13] ....., *Earth Leakage Circuit Breaker*, Schneider Electric , Datasheet, Lyon, 2007.
- [14] ....., *SIM900 GSM/GPRS Shield*, Itead Studio, Datasheet, Shenzhen, 2011.
- [15] Turban, E., *Decision Support System and Intelligent System*, Andi, Yogyakarta, 2009.
- [16] Prahasta, E., *Konsep-Konsep Dasar SIG*, Informatika, Bandung, 2002.
- [17] Kadir, A., *Pengenalan Sistem Informasi*, Andi, Yogyakarta, 2003.
- [18] Winarno, E., *Pemrograman Web Berbasis Html 5, Php, dan Javascript*, Elex Media Komputindo, Yogyakarta, 2014.
- [19] Shodiq, Amri, *Tutorial Dasar Pemrograman Google Maps API*, Andi, Yogyakarta, 2010.
- [20] Taryo, A., *Langkah Mudah Upload dan Edit File di IDhosting*, Elex Media Komputindo, Yogyakarta. 2012.

# LAMPIRAN

## LAMPIRAN A LISTING PROGRAM

### A.1. Listing Program Arduino IDE pada Arduino Mega 2560

```
int Pin = A3;
int sensorValue = 0;
int outputValue = 0;
int pengali;

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);
float T1R = 0;
float T1S = 0;
float T1T = 0;
float T2R = 0;
float T2S = 0;
float T2T = 0;

#include <DS3231.h>
DS3231 rtc(SDA, SCL);
Time t;

#include <Wire.h>
#define DS3231_I2C_ADDRESS 0x68

byte decToBcd(byte val)
{ return( (val/10*16) + (val%10) ); }
byte bcdToDec(byte val)
{ return( (val/16*10) + (val%16) ); }

int detik;
int menit;
int jam;
int hari;
int tanggal;
int bulan;
int tahun;
```

```

void setup()
{
  lcd.begin(16,2);
  PinMode (Pin, INPUT_PULLUP);

  Serial1.begin(19200); //berkomunikasi dengan sim900
  Serial.println("power up" );
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print ("CONNECTING");
  delay(10000);
  lcd.clear();

  PinMode (9, OUTPUT);
  // inialisasi komunikasi pada 9600 bps:
  Serial.begin(9600);
  delay(1000);
  digitalWrite(9, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(9, LOW);
  delay(5000);

  Wire.begin();

  /*Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
  Wire.write(0); // tanda untuk mengatur ulang
  Wire.write(decToBcd(15)); // atur detik
  Wire.write(decToBcd(57)); // atur menit
  Wire.write(decToBcd(17)); // atur jam
  Wire.write(decToBcd(4)); // atur hari (1=Minggu, 7=Sabtu)
  Wire.write(decToBcd(20)); // atur tanggal (1 to 31)
  Wire.write(decToBcd(5)); // atur bulan
  Wire.write(decToBcd(16)); // atur tahun (0 to 99)
  Wire.endTransmission();*/
}

void loop() {

```

```

// Mengambil nilai waktu di RTC
bacaRTC();
// membaca data analog:
if (digitalRead (Pin) == LOW)
{pengali = 37;}
if (digitalRead (Pin) == HIGH)
{pengali = 1;}

Serial.print("20");
Serial.print(tahun);
Serial.print("-");
Serial.print(bulan);
Serial.print("-");
Serial.print(tanggal);
Serial.print(" ");
Serial.print(jam);
Serial.print(":");
Serial.print(menit);
Serial.print(":");
Serial.println(detik);

//ACS1
T1R = (((analogRead(A0)-512)*0.0265096640589)-
0.00513603818615738)*pengali;
Serial.print("T1R = ");
Serial.println(T1R);
lcd.setCursor (0,0);
lcd.print ("TR 1");
lcd.setCursor (0,1);
lcd.print ("R : ");
lcd.print (T1R);

lcd.setCursor (8,0); //tampilan tanggal bulan waktu
if(tanggal < 10)
{ lcd.print("0"); }
lcd.print(tanggal);
lcd.setCursor (10,0);
lcd.print ("/");
lcd.setCursor (11,0);

```

```

    if(bulan < 10)
    { lcd.print("0"); }
    lcd.print(bulan);
    lcd.setCursor (13,0);
    lcd.print ("/");
    lcd.setCursor (14,0);
    lcd.print (tahun);

    lcd.setCursor (11,1); //tampilan jam
    if(jam < 10)
    { lcd.print("0"); }
    lcd.print(jam);
    lcd.setCursor (13,1);
    lcd.print (":");
    lcd.setCursor (14,1);
    if(menit < 10)
    { lcd.print("0"); }
    lcd.print(menit);
    delay(1000);

    //ACS2
    T1S = (((analogRead(A1)-
512)*0.0350317494600432)+0.0132948164146865)*pengali;
    Serial.print("T1S = ");
    Serial.println(T1S);
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print ("S : ");
    lcd.print (T1S);
    delay(1000);

    //ACS3
    T1T = (((analogRead(A2)-512)*0.0187420881214281)-
0.00941805444601496)*pengali;
    Serial.print("T1T = ");
    Serial.println(T1T);
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print ("T : ");

```

```

lcd.print (T1T);
delay(1000);
lcd.clear();

//ACS4
T2R = (((analogRead(A7)-
514)*0.0248886639676113)+0.0535616284300494)*pengali;
if (T2R<=0.1)
  {T2R=0;}
  Serial.print("T2R = ");
  Serial.println(T2R);
  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print ("TR 2");
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print ("R : ");
  lcd.print (T2R);

  lcd.setCursor (8,0); //tampilan tanggal bulan waktu
  if(tanggal < 10)
    { lcd.print("0"); }
  lcd.print(tanggal);
  lcd.setCursor (10,0);
  lcd.print ("/");
  lcd.setCursor (11,0);
  if(bulan < 10)
    { lcd.print("0"); }
  lcd.print(bulan);
  lcd.setCursor (13,0);
  lcd.print ("/");
  lcd.setCursor (14,0);
  lcd.print (tahun);

  lcd.setCursor (11,1); //tampilan jam
  if(jam < 10)
    { lcd.print("0"); }
  lcd.print(jam);
  lcd.setCursor (13,1);
  lcd.print (":");
  lcd.setCursor (14,1);

```

```

    if(menit < 10)
    { lcd.print("0"); }
    lcd.print(menit);
    delay(1000);

    //ACS5
    T2S = (((analogRead(A6)-512)*0.0189574372472235)-
    0.0157064903383193)*pengali;
    if (T2S<=0.15)
    {T2S=0;}
    Serial.print("T2S = ");
    Serial.println(T2S);
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print ("S : ");
    lcd.print (T2S);
    delay(1000);

    //ACS6
    T2T = (((analogRead(A8)-516)*0.0244425972107803)-
    0.029679887018948)*pengali;
    if (T2T<=0.1)
    {T2T=0;}
    Serial.print("T2T = ");
    Serial.println(T2T);
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print ("T : ");
    lcd.print (T2T);
    delay(1000);

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.print ("SENDING to");
    lcd.setCursor(4,2);
    lcd.print ("DATABASE");

    Serial.println("SubmitHttpRequest - started" );
    SubmitHttpRequest();
    Serial.println("SubmitHttpRequest - finished" );

```

```

Serial.println();
}
void bacaRTC()
{
Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
Wire.write(0); // atur register DS3231 ke 00h
Wire.endTransmission();
Wire.requestFrom(DS3231_I2C_ADDRESS, 7);
detik = bcdToDec(Wire.read() & 0x7f);
menit = bcdToDec(Wire.read());
jam = bcdToDec(Wire.read() & 0x3f);
hari = bcdToDec(Wire.read());
tanggal = bcdToDec(Wire.read());
bulan = bcdToDec(Wire.read());
tahun = bcdToDec(Wire.read());
}
void SubmitHttpRequest()
{
String arus_r1 = String(T1R*1000);
String arus_s1 = String(T1S*1000);
String arus_t1 = String(T1T*1000);
String arus_r2 = String(T2R*1000);
String arus_s2 = String(T2S*1000);
String arus_t2 = String(T2T*1000);
String thn = String(tahun);
String bln = String(bulan);
String tgl = String(tanggal);
String jm = String(jam);
String mnt = String(menit);
String dtk = String(detik);

Serial1.println("AT+CSQ"); //Menguji kualitas sinyal
delay(100);

Serial1.println("AT+CGATT?"); //Menguji koneksi GPRS
delay(100);

```

```
Serial1.println("AT+SAPBR=3,1,\"CONTYPE\\\", \"GPRS\\\"");  
delay(1000);
```

```
Serial1.println("AT+SAPBR=3,1,\"APN\\\", \"internet\\\"");  
//Mengatur access point network  
delay(4000);
```

```
Serial1.println("AT+SAPBR=1,1");//setting the SAPBR  
delay(2000);
```

```
Serial1.println("AT+HTTPINIT"); //inisialisasi HTTP  
delay(2000);
```

```
Serial1.println("AT+HTTPPARA=\"URL\\\", \"sigot.pe.hu/sim900.  
php?arus_tr1=\" + arus_r1 + "&arus_tr2=\" + arus_r2 +  
"&arus_ts1=\" + arus_s1 + "&arus_ts2=\" + arus_s2 +  
"&arus_tt1=\" + arus_t1 + "&arus_tt2=\" + arus_t2 +  
"&waktu=20"+ thn + "-" + bln + "-" + tgl + "%20" + jm + ":" + mnt  
+ ":" + dtk + "\\\""); // Mengatur alamat tujuan  
delay(1000);
```

```
Serial1.println("AT+HTTPACTION=0");//submit the request  
delay(10000);
```

```
//ShowSerialData();
```

```
Serial1.println("AT+HTTPREAD"); //Membaca data dari web  
delay(300);
```

```
Serial1.println("");  
delay(100);  
lcd.clear();  
}
```

```
void ShowSerialData()  
{
```

```
while(Serial1.available() != 0)
```

```

{
    Serial.print("*");
    Serial.write(char(Serial1.read()));
    Serial.println("#");
}
}

```

## A.2. Listing Program Website

### 1. Index.php

```

<?php
    include "konek.php";
    include "select_date.php";
    if(!isset($_GET['link_to']) OR $_GET['link_to']=="") /* jika
    variabel $_GET dengan link yang dimaksud bernilai kosong maka
    kembali ke home */
        {header("location:index.php?link_to=home"); break;}
?>
<html>
<head>
<title>SIGOT PLN</title>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style.css"> <!--
external style sheet -->
<script src="js/jquery-1.12.3.js"></script>
</head>
<body>
    <div id="contain">
        <div id="header">
            <h1></h1>
            <h4 class="tag"></h4>
        </div>
        <div id="side" class="fl-left"> <!-- side dan isi perlu
        ditata letaknya karena dalam satu grs hrzntl -->
    </div>
</body>
</html>
<?php
    if (empty($_SESSION['username']) AND
    empty($_SESSION['nip'])) /* tujuannya agar log in dahulu
    sebelum buka page lain */
    {
        echo"

```

```

<form method='POST' action='page/proc_home.php'>
  <fieldset>
    <legend style='color:#ffff00;font-family:Trebuchet
MS;'>Masukkan ID Anda:</legend>
    <user style='color:#ffffff;font-
family:verdana;'>Username:</user><br>
    <input type='text' name='username' placeholder='masukkan
nama id' value=""><br>
    <pass style='color:#ffffff;font-
family:verdana;'>Password:</pass><br>
    <input type='password' name='password'
placeholder='masukkan kata sandi' value="">
    <br><br>
    <input type='submit' value='Masuk'>
  </fieldset>
</form>;
}
else {
echo "<ul id='menu'>";
include "konek.php";
$ssql = "SELECT * FROM halaman WHERE
status_halaman='aktif";
$query = mysqli_query($connect, $sql);
while ($data = mysqli_fetch_assoc($query))
{
if("link_to=".$._GET['link_to']==$data['link_halaman'])
{$submenu = "submenu_active";}
else
{$submenu = "submenu";}
echo "<a href='index.php?$data[link_halaman]'><li
id=$submenu>$data[judul_halaman]</li></a>";
}
if(isset($_SESSION['username'])AND
isset($_SESSION['nip']))
{
echo "<a href='page/proc_logout.php'><li
id=submenu>Logout</li></a>";
}
}
echo "</ul>";}

```

?>

</div>

<div id="isi" class="fl-right">

<div id="container"><?php include  
"page/inc\_pages.php"; ?> </div>

</div>

<div id="footer" class="fl-clear">

<p id="bottom"> created for final project by  
@atsugrev and @bismoishyafa </p>

</div>

</div>

</body>

</html>

## 2. Peta.php

<html>

<head>

<meta http-equiv="refresh" content="10">

<meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-  
scalable=no">

<meta charset="utf-8">

<title>Info windows</title>

<style>

```
html, body {  
  height: 100%;  
  margin: 0;  
  padding: 0;  
}
```

```
#map {  
  height: 100%;  
}
```

```
img  
{
```

```
  float: right;  
  margin: 0 0 10px 10px;
```

```
}
```

</style>

</head>

<body>

```

<div id="map"></div>
<script>
    // menulis fungsi penanda transformator pada peta
    // ketika pengguna klik penanda maka akan muncul jendela
    tampilan.
    // fungsi inisiasi peta
    function initMap()
    {
        // menetapkan posisi tengah
        var surabaya = {lat: -7.289538, lng: 112.772943};
        var map = new
        google.maps.Map(document.getElementById('map'), {zoom:
        14, center: surabaya});

        // transformator 1
        var transformator = {lat: -7.290216, lng: 112.787896};
        var contentString = '<div id="content">'+
        '<div id="siteNotice">'+
        '</div>'+ <?php
        $sql = "SELECT * FROM arus WHERE
        id_transformator='BD123'";
        $query = mysqli_query($connect, $sql);
        $data = mysqli_fetch_assoc($query);
        $kapasitas = $data['kapasitas']*1000*0.8;
        $stamp_r = $data['arus_fasa_r']/1000;
        $stamp_s = $data['arus_fasa_s']/1000;
        $stamp_t = $data['arus_fasa_t']/1000;
        $sterpakai_r = $stamp_r*1.732*400;
        $sterpakai_s = $stamp_s*1.732*400;
        $sterpakai_t = $stamp_t*1.732*400;
        $scap_now =
        $sterpakai_r+$sterpakai_s+$sterpakai_t;
        if($scap_now>$kapasitas)
        { $statusBD123 = "gangguan"; }
        ?>
    }
}
</script>

```

```

<h1 id="firstHeading" class="firstHeading">TRANSFORMATOR DISTRIBUSI
BD123</h1>'+
<div id="bodyContent">'+
<p> '+
'Arus Fasa R (A): <?php echo
"$stamp_r"; ?></br> Arus Fasa S(A): <?php echo "$stamp_s";
?></br> Arus Fasa T(A): <?php echo "$stamp_t"; ?></br>
Lokasi Transformator: JL. Ngagel Timur.</br>'+
'Daya Pengenal (MVA): 100</br>
Daya Saat Ini (MVA): <?php echo "$scap_now" ?> </br>
Pabrikasi: TRAFINDO.</br> '+
'Tahun Pembuatan: 2015.</br>
Nomor seri: 153306661.</br> '+
'Tipe pendingin: ONAN.</br> Jenis
minyak: Mineral.</br> Volume Minyak: 320 liter.</br>'+
'Berat Total: 1323kg.</br> </p>'+
'</div>';

var infowindow = new google.maps.InfoWindow
({
  content: contentString
});

var marker = new google.maps.Marker
({
  position: transformator,
  icon:'images/powersubstation.png',<?php
  if($statusBD123 == "gangguan")
  { ?>
  animation:google.maps.Animation.BOUNCE,
  icon:'images/alert2.png',
  <?php }
  else
  { ?>
  animation:google.maps.Animation.DROP,
  <?php }
}

```

?>

```
map: map,
title: 'Transformator BD123'
});
marker.addListener('click', function() {
infolowindow.open(map, marker);
<?php if($statusBD123 == "gangguan")
{ ?>
audio1.pause();
<?php } ?>
});
// transformator 2
var transformator2 = {lat: -7.286774, lng: 112.795658};
var contentString1 = '<div id="content">'+
'<div id="siteNotice">'+
'</div>'+ <?php
    $sql = "SELECT * FROM arus WHERE
id_transformator='BD321'";
    $query = mysqli_query($connect, $sql);
    $data = mysqli_fetch_assoc($query);
    $kapasitas = $data['kapasitas']*1000*0.8;
    $stamp_r = $data['arus_fasa_r']/1000;
    $stamp_s = $data['arus_fasa_s']/1000;
    $stamp_t = $data['arus_fasa_t']/1000;
    $sterpakai_r = $stamp_r*1.732*400;
    $sterpakai_s = $stamp_s*1.732*400;
    $sterpakai_t = $stamp_t*1.732*400;
    $scap_now =
Sterpakai_r+Sterpakai_s+Sterpakai_t;
    if($scap_now>$kapasitas)
    { $statusBD321 = "gangguan"; }
?>
'<h1 id="firstHeading" clas
s="firstHeading">TRANSFORMATOR DISTRIBUSI
BD321</h1>'+
'<div id="bodyContent">'+
```

```

'<p> '+
    'Arus Fasa R (A): <?php echo
"$stamp_r"; ?><br> Arus Fasa S(A): <?php echo "$stamp_s";
?><br> Arus Fasa T(A): <?php echo "$stamp_t"; ?><br>
Lokasi Transformator: JL. Teknik Sipil ITS.<br>'+
    'Daya Pengenal(MVA): 160<br>
Daya Saat Ini (MVA): <?php echo "$scap_now" ?> <br>
Pabrik: TRAFINDO.<br> '+
    'Tahun Pembuatan: 2015.<br>
Nomor seri: 153306661.<br> '+
    'Tipe pendingin: ONAN.<br> Jenis
minyak: Mineral.<br> Volume Minyak: 320 liter.<br>'+
    'Berat Total: 1323kg.<br></p>'+
'</div>';

```

```

var infowindow1 = new google.maps.InfoWindow
({
    content: contentString1
});

var marker2 = new google.maps.Marker({
    position: transformator2,
    icon:'images/powersubstation.png', <?php
        if($statusBD321 == "gangguan")
        {
            ?>
            animation:google.maps.Animation.BOUNCE,
            icon:'images/alert2.png',
            <?php
            }
            else
            { ?>
            animation:google.maps.Animation.DROP,
            <?php }
            ?>
        }

map: map,

```

```

    title: 'Transformator BD321'
  });
    marker.setMap(map);
    marker2.addListener('click', function() {
      infowindow1.open(map, marker2);
      <?php if($statusBD321 == "gangguan")
      { ?>
        audio1.pause();
      <?php } ?>
    });
  }
</script>
<script async defer
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?sensor=true&am
p;key=AIzaSyAZH15QRjhGrWQ_7amSFQ4vdOctUnxAPdY
&signed_in=true&callback=initMap"> //memanggil peta
gmaps
</script>
<?php
    if($statusBD123=="gangguan" OR
    $statusBD321=="gangguan")
    {
?>
      <script>
      var audio1 = document.createElement('audio');
      audio1.src = 'Alarm.mp3';
      audio1.play();
      </script>
      <?php } ?>
</body>
</html>

```

# LAMPIRAN B

## Datasheet

### B.1. Datasheet ACS712 5 A



ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor  
with 2.1 kV RMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

#### Features and Benefits

- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth is 100 kHz, the new FLETCH pin
- 5-pin output pins allow for expanded or step input current
- 50 kHz bandwidth
- Total copper area 1.5% at  $T_c = 25^\circ\text{C}$ , and 0% at  $-40^\circ\text{C}$  to  $150^\circ\text{C}$
- Small footprint, low-profile SOIC package
- 1.2 mΩ internal resistance resistance
- 2.1 kV RMS minimum isolation voltage from pin 1 to pin 5
- 5.0 V, single supply operation
- 66 to 135 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Ratio-metric output from factory voltage

Package: 8 pin SOIC (suffix LC)



#### Description

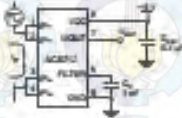
The Allegro® ACS712 provides economical and precise information on AC or DC current sensing in industrial, automotive, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation in the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switched-mode power supplies, and environmental flux protection.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall sensor core with a copper conduction path located near the surface of the die. Applied current flowing through this copper conduction path generates a magnetic field which is sensed by the integrated Hall IC and converted into a proportional voltage. Device accuracy is optimized through the close proximity of the magnetic signal to the Hall transducer. A precise, proportional voltage is provided by the low-offset, chopper-stabilized TSCMS9 Hall IC, which is programmed for accuracy after packaging.

The output of the device has a positive slope ( $0^\circ\text{V}_{\text{analog}}$ ) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 3 and 4), which is the path used for current sensing. The internal resistance of this conductive path is 1.2 mΩ typical, providing low power

Continued on the next page...

#### Typical Application



Application 1: The ACS712 outputs an analog signal,  $V_{\text{out}}$  that varies linearly with the uni- or bi-directional AC or DC primary sensed current,  $I_{\text{sense}}$ , within the range specified.  $I_{\text{sense}}$  is recommended for noise management, with values that depend on the application.

# ACS712

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

### Description (continued)

low. The thickness of the copper conductor allows survival of the device at up to 3 $\times$  overcurrent conditions. The increase of the conductor's path area effectively reduces the conductor heat (per 5 through 6). This allows the ACS712 current sensor to be used in applications requiring electrical isolation without the use of apertures or other costly isolation techniques.

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

### Selection Guide

Part Number	Winding	$T_{op}$ (°C)	Optimized Range, $I_{sc}$ (A)	Sensitivity, $S_{sc}$ (mV/A)
ACS712LCTH-050-T	Tape and reel, 5000 pieces/reel	-40 to 85	±5	180
ACS712LCTH-100-T	Tape and reel, 5000 pieces/reel	-40 to 85	±10	180
ACS712LCTH-200-T	Tape and reel, 5000 pieces/reel	-40 to 85	±20	180

\*Contact Allegro for additional pricing options.

### Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	$V_{CC}$		0	V
Reverse Supply Voltage	$V_{CC(Rev)}$		-0.1	V
Output Voltage	$V_{out}$		0	V
Reverse Output Voltage	$V_{out(Rev)}$		-0.1	V
Output Current Sustain	$I_{out(sust)}$		±2	mA
Output Current Sink	$I_{out(sink)}$		±5	mA
Overcurrent Threshold/Tolerance	$I_{sc}$	100 $\mu$ s pulse, 250 ms duration each, applied at a rate of 1 pulse every 100 $\mu$ s.	±50	A
Maximum Transient Forward Current	$I_{sc(max)}$	Junction Temperature, $T_c = T_{max}$	±50	A
Maximum Operating Junction Temperature	$T_j$	Range G	-40 to 85	°C
Minimum Junction	$T_j(min)$		-100	°C
Storage Temperature	$T_{stg}$		-40 to 175	°C



TUV Rheinland  
Certification Number:  
18N746 05 SA118 018

Parameter	Specification
Fire and Electric Shock	CAN/CSA-C72.2 (No. 80050-1-03) UL 60950-1:2005 EN 60950-1:2007

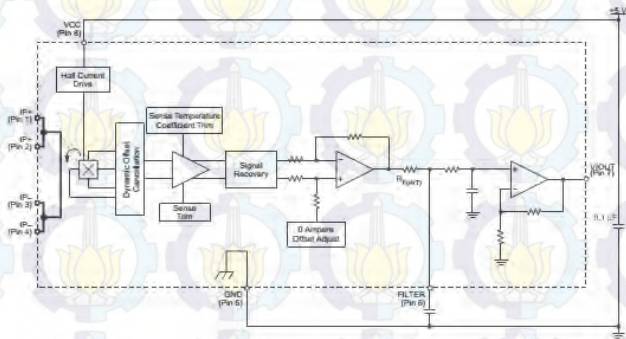


Allegro MicroSystems, Inc.  
215 Atwood Drive, New Canaan, MA 01932  
Telephone: 978.283.6200 ext. 240  
www.allegromicro.com

# ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kV RMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Functional Block Diagram



Pin-out Diagram



Terminal List Table

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



Allegro MicroSystems, Inc.  
115 Horsehead Court, Box 15026  
Mesa, AZ 85215-0026 (520) 853-0000  
www.allegromicro.com

# ACS712

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

### COMMON OPERATING CHARACTERISTICS<sup>1</sup> over full range of $T_{OP}$ , $C_2 = 1$ nF, and $V_{CC} = 5$ V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS</b>						
Supply Voltage	$V_{CC}$		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	$I_{CC}$	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	6	8	11	mA
Output Zener Clamp Voltage	$V_Z$	$V_{CC} = 11$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	6	8.3	—	V
Output Resistance	$R_{OUT}$	$I_{OUT} = 1.2$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	—	1	2	$\Omega$
Output Capacitance Load	$C_{LOAD}$	V <sub>OUT</sub> to GND	—	—	10	nF
Output Resistive Load	$R_{LOAD}$	V <sub>OUT</sub> to GND	4.7	—	—	k $\Omega$
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	—	1.2	—	m $\Omega$
RMS Isolation Voltage	$V_{ISORMS}$	Pins 1-4 and 5-8; 60 Hz, 1 minute, $T_A = 25^\circ\text{C}$	2100	—	—	V
DC Isolation Voltage	$V_{ISODC}$	Pins 1-4 and 5-8; 1 minute, $T_A = 25^\circ\text{C}$	—	5000	—	V
Propagation Time	$t_{PROP}$	$I_P = I_P(\text{max})$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $C_{OUT} = \text{open}$	—	3	—	$\mu\text{s}$
Response Time	$t_{RESPONSE}$	$I_P = I_P(\text{max})$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $C_{OUT} = \text{open}$	—	7	—	$\mu\text{s}$
Rise Time	$t_r$	$I_P = I_P(\text{max})$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $C_{OUT} = \text{open}$	—	5	—	$\mu\text{s}$
Frequency Bandwidth	f	-3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$ ; $I_P \leq 10$ A peak-to-peak	50	—	—	kHz
Nonlinearity	$E_{LIN}$	Over full range of $I_P$	—	$\pm 1$	$\pm 1.5$	%
Symmetry	$E_{SYM}$	Over full range of $I_P$	98	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{OUT(0)}$	Bidirectional; $I_P = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	—	$V_{CC} \times 0.5$	—	V
Magnetic Offset Error	$V_{ERROR}$	$I_P = 0$ A, after excursion of 5 A	—	0	—	mV
Clamping Voltage	$V_{CH}$		Typ. -110	$V_{CC} \times 0.9375$	Typ. +110	mV
	$V_{CL}$		Typ. -110	$V_{CC} \times 0.0625$	Typ. +110	mV
Power-On Time	$t_{PO}$	Output reaches 90% of steady-state level, $T_A = 25^\circ\text{C}$ , 20 A present on leadframe	—	35	—	$\mu\text{s}$
Magnetic Coupling <sup>2</sup>			—	12	—	G/A
Internal Filter Resistance <sup>3</sup>	$R_{C(FILT)}$		—	1.7	—	k $\Omega$

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

<sup>2</sup> $G = 0.1$  mT.

<sup>3</sup> $R_{C(FILT)}$  forms an RC circuit via the FILTER pin.

### COMMON THERMAL CHARACTERISTICS<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup>Additional thermal information is available on the Allegro website.

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



Allegro MicroSystems, Inc.  
1155 Northwood Center, Box 15239  
Worcester, Massachusetts 01115-0239 (508) 853-6000  
www.allegromicro.com

# ACS712

## Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kV<sub>RMS</sub> Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

### x05A PERFORMANCE CHARACTERISTICS $T_{OJ} = -40^{\circ}\text{C}$ to $85^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup>, $C_F = 1\text{ nF}$ , and $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified.

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	$I_F$		-5	-	5	A
Sensitivity <sup>2</sup>	$Sens_{TA}$	Over full range of $I_F$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	185	-	mV/A
	$Sens_{DOP}$	Over full range of $I_F$	178	-	193	mV/A
Noise	$V_{NOISE(PP)}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 4.7\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 20 kHz bandwidth	-	45	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 2 kHz bandwidth	-	20	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 1\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 50 kHz bandwidth	-	75	-	mV
Electrical Offset Voltage	$V_{DE}$	$I_F = 0\text{ A}$	-40	-	40	mV
Total Output Error <sup>3</sup>	$E_{TOT}$	$I_F = 25\text{ A}$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

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

<sup>2</sup>At  $-40^{\circ}\text{C}$  Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.

<sup>3</sup>Percentage of  $I_F$ , with  $I_F = 5\text{ A}$ . Output filtered.

### x20A PERFORMANCE CHARACTERISTICS $T_{OJ} = -40^{\circ}\text{C}$ to $85^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup>, $C_F = 1\text{ nF}$ , and $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified.

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	$I_F$		-20	-	20	A
Sensitivity <sup>2</sup>	$Sens_{TA}$	Over full range of $I_F$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	100	-	mV/A
	$Sens_{DOP}$	Over full range of $I_F$	97	-	103	mV/A
Noise	$V_{NOISE(PP)}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 4.7\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 20 kHz bandwidth	-	24	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 2 kHz bandwidth	-	10	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 1\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 50 kHz bandwidth	-	40	-	mV
Electrical Offset Voltage	$V_{DE}$	$I_F = 0\text{ A}$	-30	-	30	mV
Total Output Error <sup>3</sup>	$E_{TOT}$	$I_F = 20\text{ A}$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

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

<sup>2</sup>At  $-40^{\circ}\text{C}$  Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.

<sup>3</sup>Percentage of  $I_F$ , with  $I_F = 20\text{ A}$ . Output filtered.

### x30A PERFORMANCE CHARACTERISTICS $T_{OJ} = -40^{\circ}\text{C}$ to $85^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup>, $C_F = 1\text{ nF}$ , and $V_{CC} = 5\text{ V}$ , unless otherwise specified.

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	$I_F$		-30	-	30	A
Sensitivity <sup>2</sup>	$Sens_{TA}$	Over full range of $I_F$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	66	-	mV/A
	$Sens_{DOP}$	Over full range of $I_F$	64	-	68	mV/A
Noise	$V_{NOISE(PP)}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 4.7\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 20 kHz bandwidth	-	20	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 2 kHz bandwidth	-	7	-	mV
		Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ , 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 1\text{ nF}$ , $C_{OUT} = \text{open}$ , 50 kHz bandwidth	-	35	-	mV
Electrical Offset Voltage	$V_{DE}$	$I_F = 0\text{ A}$	-30	-	30	mV
Total Output Error <sup>3</sup>	$E_{TOT}$	$I_F = 30\text{ A}$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-	$\pm 1.5$	-	%

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

<sup>2</sup>At  $-40^{\circ}\text{C}$  Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.

<sup>3</sup>Percentage of  $I_F$ , with  $I_F = 30\text{ A}$ . Output filtered.



Allegro MicroSystems, Inc.  
115 Herbert Court, Box 15036  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (201) 853-5000  
www.allegromicro.com

5

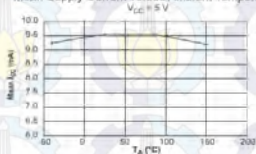
# ACS712

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

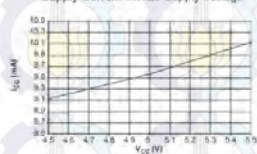
### Characteristic Performance

$I_n = 5\text{ A}$ ,  $S_{\text{ena}} = 185\text{ mV/A}$  unless otherwise specified

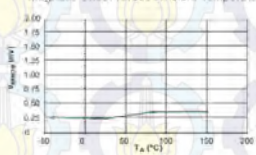
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



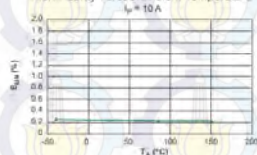
Supply Current versus Supply Voltage



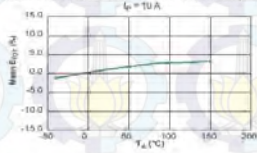
Magnetic Offset versus Ambient Temperature



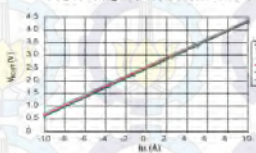
Nonlinearity versus Ambient Temperature



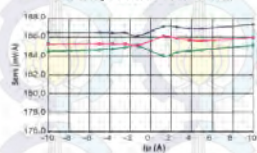
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



Output Voltage versus Sensed Current



Sensitivity versus Sensed Current



Allegro MicroSystems, Inc.  
115 Northeast Street, Box 15036  
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-0660  
www.allegromicro.com

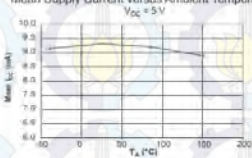
# ACS712

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

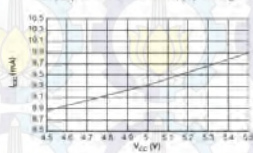
### Characteristic Performance

$I_B = 30$  A,  $S_{sens} = 66$  mV/A unless otherwise specified

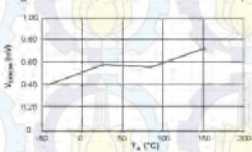
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



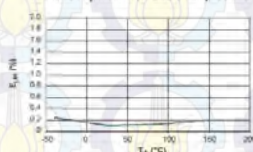
Supply Current versus Supply Voltage



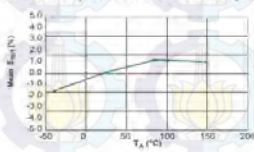
Magnetic Offset Current versus Ambient Temperature



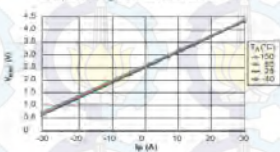
Nonlinearity versus Ambient Temperature



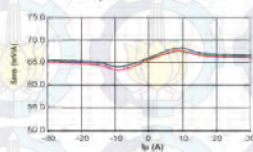
Mean Total Output Error versus Ambient Temperature



Output Voltage versus Sensed Current



Sensitivity versus Sensed Current



Allegro MicroSystems, Inc.  
115 Mountain View, Box 11033  
Microville, Mansfield, MA 01141-0036 (508) 853-5000  
www.allegromicro.com

## B.2. Datasheet LCD 16x2

VISHAY

LCD-016N002D

Vishay

### 16 x 2 Character LCD



#### FEATURES

- Type: Character
- Display format: 16 x 2 characters
- Built-in controller, KS 0086 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply
- LED can be driven by pin 1, pin 2, or A and K
- Optional: Smaller character size (2.95 mm x 4.35 mm)
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC



RoHS  
COMPLIANT

#### MECHANICAL DATA

ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	85.0 x 30.0	mm
Viewing Area	66.0 x 16.0	
Dot Size	0.55 x 0.65	
Dot Pitch	0.60 x 0.70	
Mounting Hole	81.0 x 24.0	
Character Size	2.96 x 5.56	

#### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	$V_{DD}$ to $V_{SS}$	-0.3	-	7.0	V
Input Voltage	$V_i$	-0.3	-	$V_{DD}$	

#### Note

- $V_{SS} = 0$  V,  $V_{DD} = 5.0$  V

#### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	$V_{DD}$	$V_{DD} = +5$ V	4.7	5.0	5.3	V
Supply Current	$I_{DD}$	$V_{DD} = +5$ V -20 °C	-	1.2	1.5	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	$V_{DD}$ to $V_0$	0 °C	-	-	4.2	
		25 °C	-	3.8	-	
		50 °C	3.5	-	-	
LED Forward Voltage	$V_F$	25 °C	-	4.2	4.6	V
LED Forward Current - Array	$I_F$	25 °C	-	100	-	mA
LED Forward Current - Edge			-	20	40	
EL Power Supply Current	$I_{EL}$	$V_{EL} = 110$ V <sub>AC</sub> , 400 Hz	-	-	5.0	mA

#### OPTIONS

PROCESS COLOR					BACKLIGHT				
TN	STN Gray	STN Yellow	STN Blue	FSTN B&W	STN Color	None	LED	EL	CCFL
x	x	x	x			x	x	x	

For detailed information, please see the "Product Numbering System" document.

# LCD-016N002D

Vishay

16 x 2 Character LCD



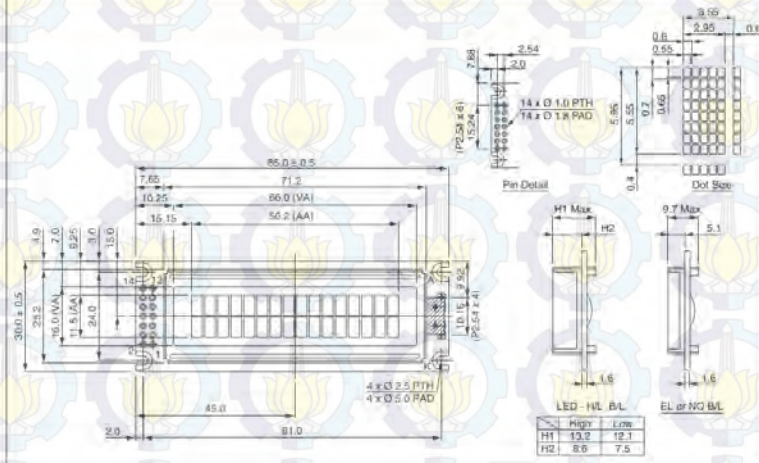
## DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE

Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
DD RAM Address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

## INTERFACE PIN FUNCTION

PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	V <sub>DD</sub>	Power supply (+5 V)
2	V <sub>SS</sub>	Ground
3	V <sub>γ</sub>	Contrast adjustment
4	RS	H/L register select signal
5	R/W	H/L read/write signal
6	E	H → L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line

## DIMENSIONS in millimeters.



## B.3. Datasheet RTC DS3231

### DS3231

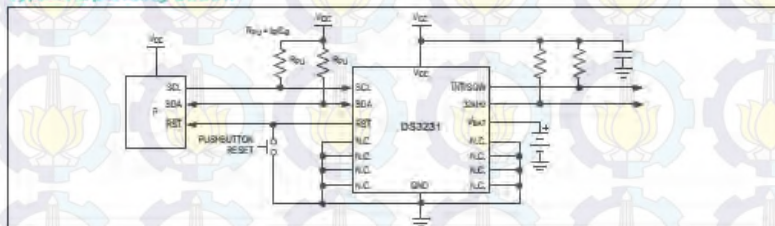
#### General Description

The DS3231 is a low-cost, extremely accurate I<sup>2</sup>C real-time clock (RTC) with an integrated temperature-compensated crystal oscillator (TCXO) and crystal. The device incorporates a battery input, and maintains accurate timekeeping when main power to the device is interrupted. The integration of the crystal resonator enhances the long-term accuracy of the device as well as reduces the piece-part count in a manufacturing line. The DS3231 is available in commercial and industrial temperature ranges, and is offered in a 16-pin, 300-ml SQ package.

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 programmable square-wave output are provided. Address and data are transferred serially through an I<sup>2</sup>C bidirectional bus.

A precision temperature-compensated voltage reference and comparator circuit monitors the status of V<sub>CC</sub> 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  $\mu$ P reset.

#### Typical Operating Circuit



Underwriters Laboratories is a registered certification mark of Underwriters Laboratories Inc.

### Extremely Accurate I<sup>2</sup>C-Integrated RTC/TCXO/Crystal

#### Benefits and Features

- Highly Accurate RTC Completely Manages All Timekeeping Functions
  - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year, with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
  - Accuracy  $\pm 2$ ppm from 0°C to +40°C
  - Accuracy  $\pm 3.5$ ppm from -40°C to +85°C
  - Digital Temp Sensor Output:  $\pm 3^\circ\text{C}$  Accuracy
  - Register for Aging Trim
  - RST Output/Pushbutton Reset Debounce Input
  - Two Time-of-Day Alarms
  - Programmable Square-Wave Output Signal
- Simple Serial Interface Connects to Most Microcontrollers
  - Fast (400kHz) I<sup>2</sup>C Interface
- Battery-Backup Input for Continuous Timekeeping
  - Low Power Operation Extends Battery-Backup Run Time
  - 3.3V Operation
- Operating Temperature Ranges: Commercial (0°C to +70°C) and Industrial (-40°C to +85°C)
- Underwriters Laboratories® (UL) Recognized

#### Applications

- Servers
- Telematics
- Utility Power Meters
- GPS

Ordering Information and Pin Configuration appear at end of data sheet.

**Absolute Maximum Ratings**

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground .....-0.3V to +6.0V  
 Junction-to-Ambient Thermal Resistance ( $\theta_{JA}$ ) (Note 1) 73°C/W  
 Junction-to-Case Thermal Resistance ( $\theta_{JC}$ ) (Note 1) 23°C/W  
 Operating Temperature Range  
 DS3231S ..... 0°C to +70°C  
 DS3231SN ..... -40°C to +85°C

Junction Temperature ..... +125°C  
 Storage Temperature Range ..... -40°C to +85°C  
 Lead Temperature (soldering, 10s) ..... +260°C  
 Soldering Temperature (reflow, 2 times max) ..... +260°C  
 (see the *Handling, PCB Layout, and Assembly* section)

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to [www.maximintegrated.com/thermal/tutorials](http://www.maximintegrated.com/thermal/tutorials).

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**

( $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

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 Input SDA, SCL	$V_{IH}$		0.7 × $V_{CC}$		$V_{CC} + 0.3$	V
Logic 0 Input SDA, SCL	$V_{IL}$		-0.3		0.3 × $V_{CC}$	V

**Electrical Characteristics**

( $V_{CC} = 2.3V$  to  $5.5V$ ,  $V_{CC}$  = Active Supply (see Table 1),  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted.) (Typical values are at  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_{BAT} = 3.0V$ , and  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Supply Current	$I_{CCA}$	(Notes 4, 5)	$V_{CC} = 3.63V$		200	$\mu A$
			$V_{CC} = 5.5V$		300	
Standby Supply Current	$I_{CSS}$	I <sup>2</sup> C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off (Note 5)	$V_{CC} = 3.63V$		110	$\mu A$
			$V_{CC} = 5.5V$		170	
Temperature Conversion Current	$I_{CCSQW}$	I <sup>2</sup> C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off	$V_{CC} = 3.63V$		575	$\mu A$
			$V_{CC} = 5.5V$		850	
Power-Fail Voltage	$V_{PF}$		2.45	2.575	2.70	V
Logic 0 Output, 32kHz, INT/SQW, SDA	$V_{OL}$	$I_{OL} = 3mA$			0.4	V
Logic 0 Output, RST	$V_{OL}$	$I_{OL} = 1mA$			0.4	V
Output Leakage Current 32kHz, INT/SQW, SDA	$I_{LO}$	Output high impedance	-1	0	+1	$\mu A$
Input Leakage SCL	$I_{LI}$		-1		+1	$\mu A$
RST Pin I/O Leakage	$I_{LO}$	RST high impedance (Note 6)	-200		+10	$\mu A$
$V_{BAT}$ Leakage Current ( $V_{CC}$ Active)	$I_{BATLEAK}$			25	100	nA

## Electrical Characteristics (continued)

(V<sub>CC</sub> = 2.3V to 5.5V, V<sub>CC</sub> = Active Supply (see Table 1), T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>; unless otherwise noted.) (Typical values are at V<sub>CC</sub> = 3.3V, V<sub>BAT</sub> = 3.0V, and T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Frequency	f <sub>OUT</sub>	V <sub>CC</sub> = 3.3V or V <sub>BAT</sub> = 3.3V	32 768			kHz
Frequency Stability vs. Temperature (Commercial)	Δf/f <sub>OUT</sub>	V <sub>CC</sub> = 3.3V or V <sub>BAT</sub> = 3.3V, aging offset = 00h	0°C to +40°C		±2	ppm
			>40°C to +70°C		±3.5	
Frequency Stability vs. Temperature (Industrial)	Δf/f <sub>OUT</sub>	V <sub>CC</sub> = 3.3V or V <sub>BAT</sub> = 3.3V, aging offset = 00h	-40°C to <0°C		±3.5	ppm
			0°C to +40°C		±2	
Frequency Stability vs. Voltage	Δf/V				1	ppm/V
					0.7	
Trim Register Frequency Sensitivity per LSB	Δf/LSB	Specified at:	-40°C		0.1	ppm
			+25°C		0.4	
			+70°C		0.8	
			+85°C		0.8	
Temperature Accuracy	Temp	V <sub>CC</sub> = 3.3V or V <sub>BAT</sub> = 3.3V	-3		+3	°C
Crystal Aging	Δf/f <sub>0</sub>	After reflow, not production tested	First year		±1.0	ppm
			0–10 years		±5.0	

## Electrical Characteristics

(V<sub>CC</sub> = 0V, V<sub>BAT</sub> = 2.3V to 5.5V, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>; unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Battery Current	I <sub>BATA</sub>	EO <sub>SC</sub> = 0, BBSQW = 0, SCL = 400kHz (Note 5)	V <sub>BAT</sub> = 3.63V V <sub>BAT</sub> = 5.5V		70 150	μA
Timekeeping Battery Current	I <sub>BATT</sub>	EO <sub>SC</sub> = 0, BBSQW = 0, EN32KHz = 1, SCL = SDA = 0V or SCL = SDA = V <sub>BAT</sub> (Note 5)	V <sub>BAT</sub> = 3.63V		0.84 3.0	μA
			V <sub>BAT</sub> = 5.5V		1.0 3.5	
Temperature Conversion Current	I <sub>BATTCC</sub>	EO <sub>SC</sub> = 0, BBSQW = 0, SCL = SDA = 0V or SCL = SDA = V <sub>BAT</sub>	V <sub>BAT</sub> = 3.63V		575	μA
			V <sub>BAT</sub> = 5.5V		650	
Data-Retention Current	I <sub>BATTDR</sub>	EO <sub>SC</sub> = 1, SCL = SDA = 0V, +25°C			100	nA

## AC Electrical Characteristics

(V<sub>CC</sub> = V<sub>CC(MIN)</sub> to V<sub>CC(MAX)</sub> or V<sub>BAT</sub> = V<sub>BAT(MIN)</sub> to V<sub>BAT(MAX)</sub>; V<sub>BAT</sub> > V<sub>CC</sub>; T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>; unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f <sub>SCL</sub>	Fast mode	100		400	kHz
		Standard mode	0		100	
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t <sub>BUF</sub>	Fast mode	1.3			µs
		Standard mode	4.7			
Hold Time (Repeated) START Condition (Note 7)	t <sub>HD:STA</sub>	Fast mode	0.6			µs
		Standard mode	4.0			
Low Period of SCL Clock	t <sub>LOW</sub>	Fast mode	1.3			µs
		Standard mode	4.7			
High Period of SCL Clock	t <sub>HIGH</sub>	Fast mode	0.6			µs
		Standard mode	4.0			
Data Hold Time (Notes 8, 9)	t <sub>HD:DAT</sub>	Fast mode	0		0.9	µs
		Standard mode	0		0.9	
Data Setup Time (Note 10)	t <sub>SU:DAT</sub>	Fast mode	100			ns
		Standard mode	250			
START Setup Time	t <sub>SU:STA</sub>	Fast mode	0.6			µs
		Standard mode	4.7			
Rise Time of Both SDA and SCL Signals (Note 11)	t <sub>r</sub>	Fast mode	20 +		300	ns
		Standard mode	0.1C <sub>B</sub>		1000	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals (Note 11)	t <sub>f</sub>	Fast mode	20 +		300	ns
		Standard mode	0.1C <sub>B</sub>		300	
Setup Time for STOP Condition	t <sub>SU:STO</sub>	Fast mode	0.6			µs
		Standard mode	4.7			
Capacitive Load for Each Bus Line	C <sub>B</sub>	(Note 11)			400	pF
Capacitance for SDA, SCL	C <sub>SD</sub>			10		pF
Pulse Width of Spikes That Must Be Suppressed by the Input Filter	t <sub>SP</sub>			30		ns
Pushbutton Debounce	PB <sub>DB</sub>			250		ms
Reset Active Time	t <sub>RST</sub>			250		ms
Oscillator Stop Flag (OSF) Delay	t <sub>OSF</sub>	(Note 12)		100		ms
Temperature Conversion Time	t <sub>CONV</sub>			125	200	ms

## Power-Switch Characteristics

(T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V <sub>CC</sub> Fall Time: V <sub>PF(MAX)</sub> to V <sub>PF(MIN)</sub>	t <sub>VCCF</sub>		300			µs
V <sub>CC</sub> Rise Time: V <sub>PF(MIN)</sub> to V <sub>PF(MAX)</sub>	t <sub>VCCR</sub>		0			µs
Recovery at Power-Up	t <sub>REC</sub>	(Note 13)		250	300	ms

## Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	32kHz	32kHz Output. This open-drain pin requires an external pullup resistor. When enabled, the output operates on either power supply. It may be left open if not used.
2	V <sub>CC</sub>	DC Power Pin for Primary Power Supply. This pin should be decoupled using a 0.1μF to 1.0μF capacitor. If not used, connect to ground.
3	INT/SQW	Active-Low Interrupt or Square-Wave Output. This open-drain pin requires an external pullup resistor connected to a supply at 5.5V or less. This multifunction pin is determined by the state of the INTCN bit in the Control Register (0Eh). When INTCN is set to logic 0, this pin outputs a square wave and its frequency is determined by RS2 and RS1 bits. When INTCN is set to logic 1, then a match between the timekeeping registers and either of the alarm registers activates the INT/SQW pin (if the alarm is enabled). Because the INTCN bit is set to logic 1 when power is first applied, the pin defaults to an interrupt output with alarms disabled. The pullup voltage can be up to 5.5V, regardless of the voltage on V <sub>CC</sub> . If not used, this pin can be left unconnected.
4	RST	Active-Low Reset. This pin is an open-drain input/output. It indicates the status of V <sub>CC</sub> relative to the V <sub>PF</sub> specification. As V <sub>CC</sub> falls below V <sub>PF</sub> , the RST pin is driven low. When V <sub>CC</sub> exceeds V <sub>PF</sub> , the RST pin is pulled high by the internal pullup resistor. The active-low, open-drain output is combined with a debounced pushbutton input function. This pin can be activated by a pushbutton reset request. It has an internal 50kΩ nominal value pullup resistor to V <sub>CC</sub> . No external pullup resistors should be connected. If the oscillator is disabled, t <sub>RDC</sub> is bypassed and RST immediately goes high.
5–12	N.C.	No Connection. Must be connected to ground.
13	GND	Ground
14	V <sub>BAT</sub>	Backup Power-Supply Input. When using the device with the V <sub>BAT</sub> input as the primary power source, this pin should be decoupled using a 0.1μF to 1.0μF low-leakage capacitor. When using the device with the V <sub>BAT</sub> input as the backup power source, the capacitor is not required. If V <sub>BAT</sub> is not used, connect to ground. The device is UL recognized to ensure against reverse charging when used with a primary lithium battery. Go to <a href="http://www.maximintegrated.com/ga/info/ul">www.maximintegrated.com/ga/info/ul</a> .
15	SDA	Serial Data Input/Output. This pin is the data input/output for the I <sup>2</sup> C serial interface. This open-drain pin requires an external pullup resistor. The pullup voltage can be up to 5.5V, regardless of the voltage on V <sub>CC</sub> .
16	SCL	Serial Clock Input. This pin is the clock input for the I <sup>2</sup> C serial interface and is used to synchronize data movement on the serial interface. Up to 5.5V can be used for this pin, regardless of the voltage on V <sub>CC</sub> .

## Detailed Description

The DS3231 is a serial RTC driven by a temperature-compensated 32kHz crystal oscillator. The TCXO provides a stable and accurate reference clock, and maintains the RTC to within ±2 minutes per year accuracy from -40°C to +85°C. The TCXO frequency output is available at the 32kHz pin. The RTC is a low-power clock/calendar with two programmable time-of-day alarms and a programmable square-wave output. The INT/SQW provides either an interrupt signal due to alarm conditions or a square-wave output. The clock/calendar provides 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. The internal registers are accessible through an I<sup>2</sup>C bus interface.

A temperature-compensated voltage reference and comparator circuit monitors the level of V<sub>CC</sub> to detect power failures and to automatically switch to the backup supply when necessary. The RST pin provides an external pushbutton function and acts as an indicator of a power-fail event.

## Operation

The block diagram shows the main elements of the DS3231. The eight blocks can be grouped into four functional groups: TCXO, power control, pushbutton function, and RTC. Their operations are described separately in the following sections.

### Handling, PCB Layout, and Assembly

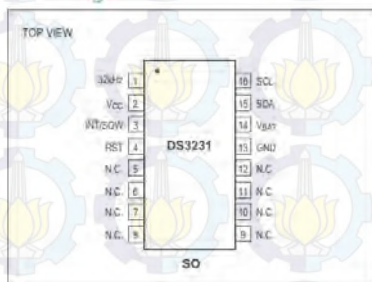
The DS3231 package contains a quartz tuning-fork crystal. Pick-and-place equipment can be used, but precautions should be taken to ensure that excessive shocks are avoided. Ultrasonic cleaning should be avoided to prevent damage to the crystal.

Avoid running signal traces under the package, unless a ground plane is placed between the package and the

signal line. All N.C. (no connect) pins must be connected to ground.

Moisture-sensitive packages are shipped from the factory dry packed. Handling instructions listed on the package label must be followed to prevent damage during reflow. Refer to the IPC/JEDEC J-STD-020 standard for moisture-sensitive device (MSD) classifications and reflow profiles. Exposure to reflow is limited to 2 times maximum.

### Pin Configuration



### Chip Information

SUBSTRATE CONNECTED TO GROUND  
PROCESS: CMOS

### Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
DS3231S#	0°C to +70°C	16 SO
DS3231SN#	-40°C to +85°C	16 SO

#Denotes an RoHS-compliant device that may include lead (Pb) that is exempt under RoHS requirements. The lead finish is JEDEC97 category #3, and is compatible with both lead-based and lead-free soldering processes. A "\*" anywhere on the top mark denotes an RoHS-compliant device.

### Package Information

For the latest package outline information and land patterns (footprints), go to [www.maximintegrated.com/packages](http://www.maximintegrated.com/packages). Note that a "+", "#", or "-" in the package code indicates RoHS status only. Package drawings may show a different suffix character, but the drawing pertains to the package regardless of RoHS status.

PACKAGE TYPE	PACKAGE CODE	OUTLINE NO.	LAND PATTERN NO.
16 SO	W16#H2	21-0042	90-0107

## B.4. Datasheet ATmega 2560



Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V

8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash

DATASHEET

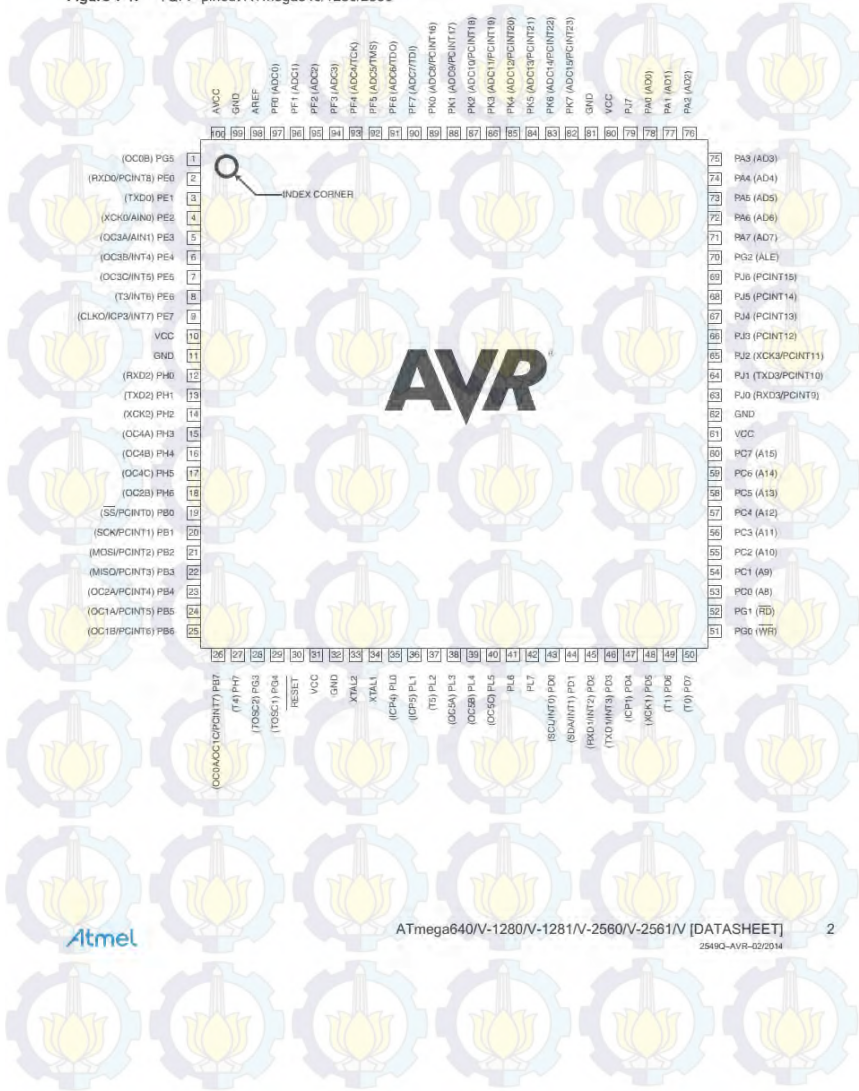
### Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-BIT Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 × 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
  - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 64K/128K/256K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
  - 4Kbytes EEPROM
  - 8Kbytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C
  - 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
    - Encourages Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
- Atmel® QTouch® library support
  - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
  - QTouch and QMatrix acquisition
  - Up to 64 sense channels
- 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 Timer/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, ATmega401/1280/2560)
  - Output Compare Modulator
  - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega1281/2561, ATmega401/1280/2560)
  - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega401/1280/2560)
  - 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
  - 64/68 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega401/1280/2560)
  - 84-pad QFNMLF, 64-lead TQFP (ATmega1281/2561)
  - 100-lead TQFP, 100-ball CBGA (ATmega401/1280/2560)
  - RoHS/Full Green
- Temperature Range:
  - -40°C to 85°C Industrial
- Ultra-Low Power Consumption
  - Active Mode: 1MHz, 1.8V, 500µA
  - Power-down Mode: 0.1µA at 1.8V
- Speed Grade:
  - ATmega640V/ATmega1280V/ATmega1281V
    - 0 - 8MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
  - ATmega2560V/ATmega2561V
    - 0 - 8MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
  - ATmega401A/ATmega1280A/ATmega1281A
    - 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V
    - 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V

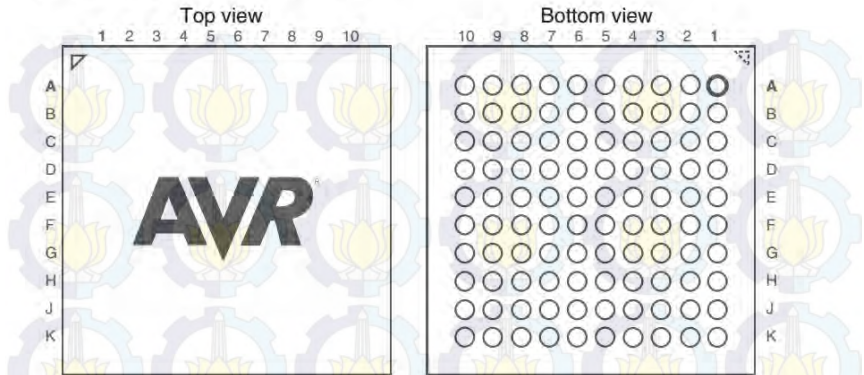
31003-AVR0201014

# 1. Pin Configurations

Figure 1-1. TOFP-pinout ATmega640/1280/2560



**Figure 1-2.** CBGA-pinout ATmega640/1280/2560



**Table 1-1.** CBGA-pinout ATmega640/1280/2560

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	GND	AREF	PF0	PF2	PF5	PK0	PK3	PK6	GND	VCC
B	AVCC	PG5	PF1	PF3	PF6	PK1	PK4	PK7	PA0	PA2
C	PE2	PE0	PE1	PF4	PF7	PK2	PK5	PJ7	PA1	PA3
D	PE3	PE4	PE5	PE6	PH2	PA4	PA5	PA6	PA7	PG2
E	PE7	PH0	PH1	PH3	PH5	PJ6	PJ5	PJ4	PJ3	PJ2
F	VCC	PH4	PH6	PB0	PL4	PD1	PJ1	PJ0	PC7	GND
G	GND	PB1	PB2	PB5	PL2	PD0	PD5	PC5	PC6	VCC
H	PB3	PB4	RESET	PL1	PL3	PL7	PD4	PC4	PC3	PC2
J	PH7	PG3	PB6	PL0	XTAL2	PL6	PD3	PC1	PC0	PG1
K	PB7	PG4	VCC	GND	XTAL1	PL5	PD2	PD6	PD7	PG0

Note: The functions for each pin is the same as for the 100 pin packages shown in [Figure 1-1 on page 2](#).

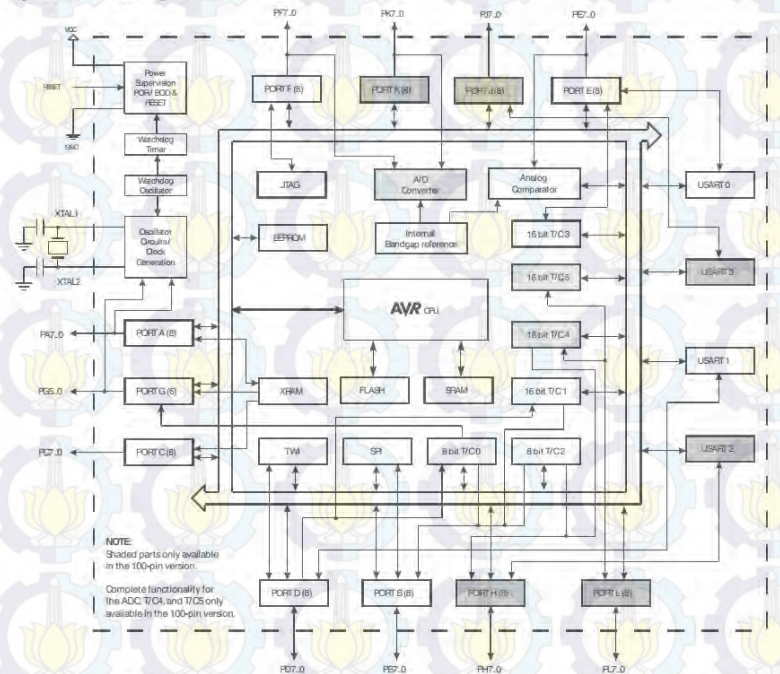


## 2. Overview

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.

### 2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



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

## 2.2 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 2-1](#) summarizes the different configurations for the six devices.

**Table 2-1.** Configuration Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	General Purpose I/O pins	16 bits resolution PWM channels	Serial USARTs	ADC Channels
ATmega640	64KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega1280	128KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega1281	128KB	4KB	8KB	54	6	2	8
ATmega2560	256KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega2561	256KB	4KB	8KB	54	6	2	8

## 2.3 Pin Descriptions

### 2.3.1 VCC

Digital supply voltage.

### 2.3.2 GND

Ground.

### 2.3.3 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 75](#).

### 2.3.4 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 76](#).

### 2.3.5 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 79](#).

### 2.3.6 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 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.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 80.

### 2.3.7 Port E (PE7..PE0)

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.

Port E also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 82.

### 2.3.8 Port F (PF7..PF0)

Port F serves as analog inputs to the A/D Converter.

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.

Port F also serves the functions of the JTAG interface.

### 2.3.9 Port G (PG5..PG0)

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.

Port G also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 86.

### 2.3.10 Port H (PH7..PH0)

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.

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

### 2.3.11 Port J (PJ7..PJ0)

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. Port J also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on page 90.

### 2.3.12 Port K (PK7..PK0)

Port K serves as analog inputs to the A/D Converter.

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 ATmega640/1280/2560 as listed on [page 92](#).

### 2.3.13 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 ATmega640/1280/2560 as listed on [page 94](#).

### 2.3.14 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 "System and Reset Characteristics" on [page 360](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

### 2.3.15 XTAL1

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

### 2.3.16 XTAL2

Output from the inverting Oscillator amplifier.

### 2.3.17 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.

### 2.3.18 AREF

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

## B.5. Datasheet SIM900



Tech Support: support@iteadstudio.com

### IComSat v1.1

-SIM900 GSM/GPRS shield

#### Overview



IComsat is a GSM/GPRS shield for Arduino and based on the SIM900 Quad-band GSM/GPRS module. It is controlled via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands), and fully compatible with Arduino / Iteaduno and Mega.

#### Features

- Quad-Band 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot calss 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2W@850/900MHz)
- Class 1 (1W@1800/1900MHz)
- Control via commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Short message service
- Free serial port selection
- All SIM900 pins breakout
- RTC supported with Super Cap
- Power on/off and reset function supported by Arduino interface

IComSat V1.0

iteadstudio.com

05.27.2011

## Specifications

PCB size	77.2mm X 66.0mm X 1.6mm
Indicators	PWR, status LED, net status LED
Power supply	9~20V, compatible with Arduino
Communication Protocol	UART
RoHS	Yes

## Electrical Characteristics

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage (Vlogic)	4.5	5	5.5	VDC
Power Voltage (Vsupply)	9	-	20	VDC
Input Voltage VH:	4.5	5	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.5	V
Current Consumption (pulse)	-	-	2000	mA
Current Consumption (Continues)	-	-	500	mA
Baud rate	-	9600	-	bps

## Hardware

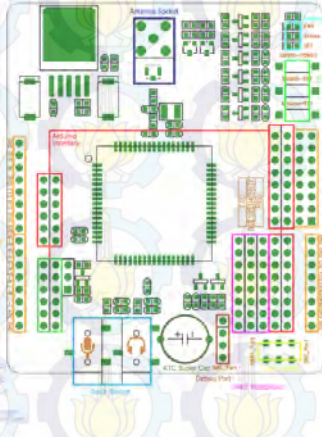


Figure 1 Top Map

Interface	Pin	Description
GPIOs	1	VDD*
	2	GND
	3	GPIO1
	4	GPIO2
	5	GPIO3
	6	GPIO4
	7	GPIO5
	8	GPIO6
	9	GPIO7
	10	GPIO8
	11	GPIO9
	12	GPIO10
	13	GPIO11
	14	GPIO12



	15	GND
	16	VDD*
UART	1	GND
	2	DTR
	3	RI
	4	DCD
	5	CTS
	6	RTS
	7	TXD
IIC&PWM	8	RXD
	1	GND
	2	GND
	3	IIC_SCL
	4	IIC_SDA
	5	PWM2
	6	PWM1
Debug_Port	7	GND
	8	GND
	1	GND
	2	PERKEY
	3	DBG_RXD
	4	DBG_TXD

VDD\* = 3.0V

Note 1: the operation level of the port is 3.0V.



## RI Behavior Output

There is a Jumper for configuration of RI, one to connect D2, another to connect D14.

Status	RI response
Standby	High
Voice call	The pin is changed to low. When any of the following events occur, the pin will be changed to high: (1) Establish the call (2) Hang up the call
Data call	The pin is changed to low. When any of the following events occur, the pin will be changed to high: (3) Establish the call (4) Hang up the call
SMS	The pin is changed to low, and kept low for 120ms when a SMS is received. Then it is changed to high.
URC	The pin is changed to low, and kept low for 120ms when some URCs are reported. Then it is changed to high.

The behavior of the RI pin is shown in the following figure when SIM900 module is used as a receiver.



Figure 8 RI behavior of voice calling as a receiver



Figure 9 RI behaviors of data calling as a receiver

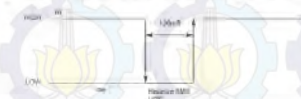


Figure 10 RI behavior of URC or receive SMS

When the IComSat is used as caller, the RI will remain high.

## Indicator LED and Buttons:

**NETSTATUS:** The status of the NETSTATUS LED is listed in following table:

Status	Description
Off	SIM900 is not running
64ms On/800ms Off	SIM900 not registered the network
64ms On/3000ms Off	SIM900 registered to the network
64ms On/300ms Off	GPRS communication is established

**STATUS:** Power status of SIM900.

**PWR:** Power status of IcomSat.

**SIM900-POWER:** After the IcomSat power on, you need to press the SIM900-POWER button for a moment to power on the SIM900 module. The pin 9 of Arduino interface is connecting to PWRKEY, and a high pulse with 400us wide can power on/off it.

**SIM900-RST:** Reset the SIM900. The pin 10 of Arduino interface is connecting to RESRT of SIM900, and a high pulse with 400us wide can power on/off it.

**Arduino-RST:** Reset the Arduino.

## Revision History

Rev.	Description	Release date
v1.0	Initial version	2011-5-27
v1.1	Add the RI description, and fix some typo	2011-7-22
v1.2	Update for IComsat v1.1	2012-1-17

## B.5. Datasheet LM78XX

September 2014


**LM78XX / LM78XXA**  
**3-Terminal 1 A Positive Voltage Regulator**

**Features**

- Output Current up to 1 A
- Output Voltages: 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24 V
- Thermal Overload Protection
- Short-Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

**Description**

The LM78XX series of three-terminal positive regulators is available in the TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down, and safe operating area protection. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1 A output current. Although designed primarily as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components for adjustable voltages and currents.



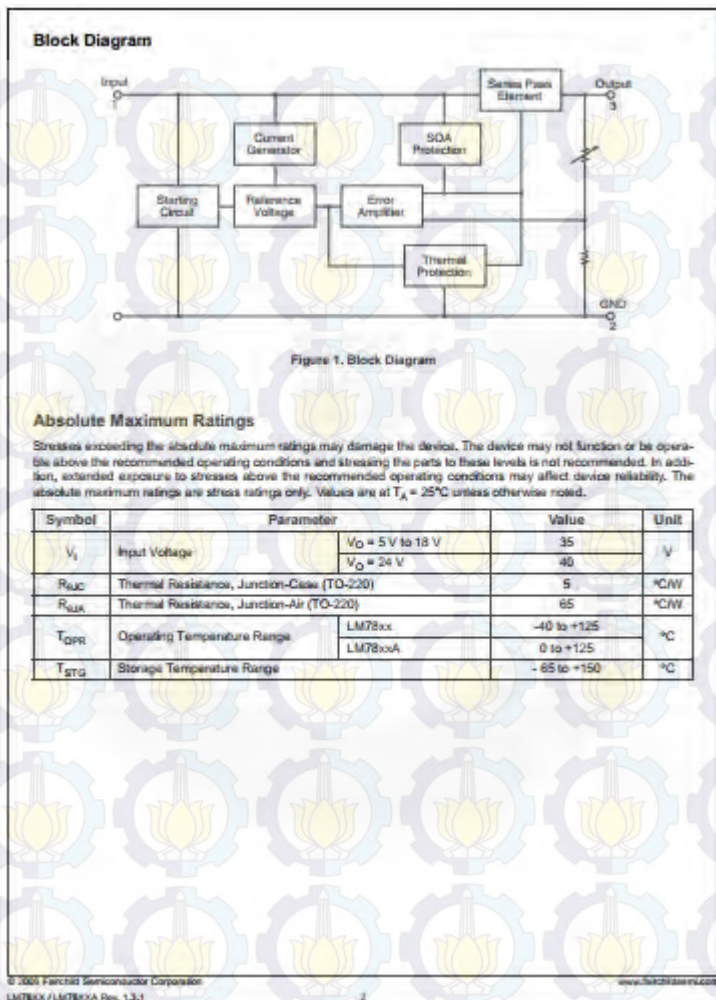
TO-220 (Single Gauge)  
GND

1  
1. Input  
2. GND  
3. Output

**Ordering Information<sup>(1)</sup>**

Product Number	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature	Packing Method
LM7805CT	±4%	TO-220 (Single Gauge)	-40°C to +125°C	Reel
LM7806CT				
LM7808CT				
LM7809CT				
LM7810CT				
LM7812CT				
LM7815CT				
LM7818CT				
LM7824CT	±2%		0°C to +125°C	
LM7805ACT				
LM7809ACT				
LM7810ACT				
LM7812ACT				
LM7815ACT				

**Notes:**  
1. Above output voltage tolerance is available at 25°C.



**Electrical Characteristics (LM7805)**Refer to the test circuit,  $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_Q = 500\text{ mA}$ ,  $V_I = 10\text{ V}$ ,  $C_I = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ , unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.80	5.00	5.20	V
		$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O < 15\text{ W}$ , $V_I = 7\text{ V to }20\text{ V}$	4.75	5.00	5.25	
Regline	Line Regulation <sup>(1)</sup>	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$	4.0	100.0	mV
			$V_I = 8\text{ V to }12\text{ V}$	1.6	50.0	
Regload	Load Regulation <sup>(1)</sup>	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	9.0	100.0	mV
			$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$	4.0	50.0	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		5	8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$		0.03	0.50	mA
				0.30	1.30	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift <sup>(2)</sup>	$I_O = 5\text{ mA}$		-9.8		mV/°C
$V_N$	Output Noise Voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$		42		$\mu\text{V}$
RR	Ripple Rejection <sup>(2)</sup>	$f = 120\text{ Hz}$ , $V_I = 8\text{ V to }18\text{ V}$	82	73		dB
$V_{DROPP}$	Dropout Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$ , $I_O = 1\text{ A}$		2		V
$R_O$	Output Resistance <sup>(3)</sup>	$f = 1\text{ kHz}$		15		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short-Circuit Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$ , $V_I = 35\text{ V}$		230		mA
$I_{PK}$	Peak Current <sup>(3)</sup>	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		2.2		A

**Notes:**

- Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse loading with low duty is used.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

**Electrical Characteristics (LM7812)**

Refer to the test circuit,  $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $V_I = 19\text{ V}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ , unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	11.5	12.0	12.5	V
		$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O \leq 15\text{ W}$ , $V_I = 14.5\text{ V to }27\text{ V}$	11.4	12.0	12.6	
Regline	Line Regulation <sup>(12)</sup>	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	10	240	mV
			$V_I = 16\text{ V to }22\text{ V}$	3	120	
Regload	Load Regulation <sup>(12)</sup>	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	11	240	mV
			$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$	5	120	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		5.1	8.0	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$		0.1	0.5	mA
			$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	0.5	1.0	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift <sup>(13)</sup>	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
$V_N$	Output Noise Voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$		76		$\mu\text{V}$
RR	Ripple Rejection <sup>(12)</sup>	$f = 120\text{ Hz}$ , $V_I = 15\text{ V to }25\text{ V}$	55	71		dB
$V_{DROP}$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ , $T_J = +25^{\circ}\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance <sup>(13)</sup>	$f = 1\text{ kHz}$		18		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short-Circuit Current	$V_I = 25\text{ V}$ , $T_J = +25^{\circ}\text{C}$		230		mA
$I_{PK}$	Peak Current <sup>(13)</sup>	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		2.2		A

**Notes:**

12. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

13. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

## B.6. Datasheet LM358



LM158-N, LM258-N, LM2904-N, LM358-N  
SNOSBT31—JANUARY 2000—REVISED DECEMBER 2014

### LMx58-N Low-Power, Dual-Operational Amplifiers

#### 1 Features

- Available in 8-Bump DSBGA Chip-Sized Package. (See AN-1112, [SNVA009](#))
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100 dB
- Wide Bandwidth (Unity Gain): 1 MHz (Temperature Compensated)
- Wide Power Supply Range:
  - Single Supply: 3V to 32V
  - Or Dual Supplies:  $\pm 1.5V$  to  $\pm 16V$
- Very Low Supply Current Drain (500  $\mu A$ )—Essentially Independent of Supply Voltage
- Low Input Offset Voltage: 2 mV
- Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to the Power Supply Voltage
- Large Output Voltage Swing
- Unique Characteristics:
  - In the Linear Mode the Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground and the Output Voltage Can Also Swing to Ground, even though Operated from Only a Single Power Supply Voltage.
  - The Unity Gain Cross Frequency is Temperature Compensated.
  - The Input Bias Current is also Temperature Compensated.
- Advantages:
  - Two Internally Compensated Op Amps
  - Eliminates Need for Dual Supplies
  - Allows Direct Sensing Near GND and  $V_{OUT}$  Also Goes to GND
  - Compatible with All Forms of Logic
  - Power Drain Suitable for Battery Operation

#### 2 Applications

- Active Filters
- General Signal Conditioning and Amplification
- 4- to 20-mA Current Loop Transmitters

#### 3 Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op-amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard 3.3-V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional  $\pm 15V$  power supplies.

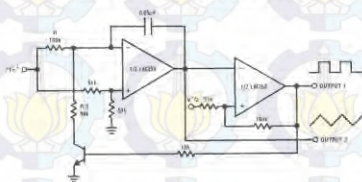
The LM358 and LM2904 are available in a chip sized package (8-Bump DSBGA) using TI's DSBGA package technology.

#### Device Information<sup>(1)</sup>

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM158-N	TO-CAN (8)	9.08 mm x 9.09 mm
	CDIP (8)	10.16 mm x 6.502 mm
LM258-N	TO-CAN (8)	9.08 mm x 9.09 mm
	DSBGA (8)	1.31 mm x 1.31 mm
LM2904-N	SOIC (8)	4.90 mm x 3.91 mm
	PDIP (8)	9.81 mm x 6.35 mm
	TO-CAN (8)	9.08 mm x 9.09 mm
LM358-N	DSBGA (8)	1.31 mm x 1.31 mm
	SOIC (8)	4.90 mm x 3.91 mm
	PDIP (8)	9.81 mm x 6.35 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of this datasheet.

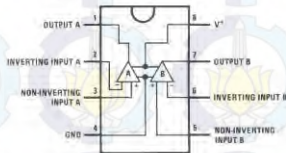
#### Voltage Controlled Oscillator (VCO)



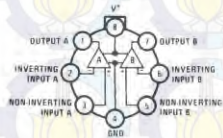
An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA

## 5 Pin Configuration and Functions

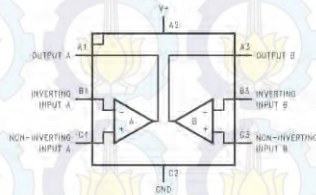
**D, P, and NAB Package  
8-Pin SOIC, PDIP, and CDIP  
Top View**



**LMC Package  
8-Pin TO-99  
Top View**



**YPB Package  
8-Pin DSBGA  
Top View**



### Pin Functions

D/P/LMC NO.	PIN		TYPE	DESCRIPTION
	DSBGA NO.	NAME		
1	A1	OUTA	O	Output, Channel A
2	B1	-INA	I	Inverting Input, Channel A
3	C1	+INA	I	Non-Inverting Input, Channel A
4	C2	GND / V-	P	Ground for Single supply configurations. negative supply for dual supply configurations
5	C3	+INB	I	Output, Channel B
6	B3	-INB	I	Inverting Input, Channel B
7	A3	OUTB	O	Non-Inverting Input, Channel B
8	A2	V+	P	Positive Supply

## 6 Specifications

### 6.1 Absolute Maximum Ratings

See (1)(2)(3).

		LM158, LM258, LM358, LM158A, LM258A, LM358A		LM2904		UNIT	
		MIN	MAX	MIN	MAX		
Supply Voltage, $V^+$			32		26	V	
Differential Input Voltage			32		26	V	
Input Voltage		-0.3	32	-0.3	26	V	
Power Dissipation <sup>(4)</sup>	PDIP (P)		830		830	mW	
	TO-99 (LMC)		550			mW	
	SOIC (D)		530		530	mW	
	DSBGA (YPB)		435			mW	
Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) <sup>(5)</sup>	$V^+ \leq 15$ V and $T_A = 25^\circ\text{C}$		Continuous		Continuous		
Input Current ( $V_{IN} < -0.3\text{V}$ ) <sup>(6)</sup>			50		50	mA	
Temperature		-55	125			$^\circ\text{C}$	
	PDIP Package (P): Soldering (10 seconds)		260		260	$^\circ\text{C}$	
	SOIC Package (D)	Vapor Phase (60 seconds)		215		215	$^\circ\text{C}$
		Infrared (15 seconds)		220		220	$^\circ\text{C}$
Lead Temperature	PDIP (P): (Soldering, 10 seconds)		260		260	$^\circ\text{C}$	
	TO-99 (LMC): (Soldering, 10 seconds)		300		300	$^\circ\text{C}$	
Storage temperature, $T_{\text{stg}}$		-65	150	-65	150	$^\circ\text{C}$	

- (1) *Absolute Maximum Ratings* indicate limits beyond which damage to the device may occur. *Recommended Operating Conditions* indicate conditions for which the device is intended to be functional, but specific performance is not ensured. For ensured specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics.
- (2) Refer to RETS158AX for LM158A military specifications and to RETS158X for LM158 military specifications.
- (3) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the TI Sales Office/Distributors for availability and specifications.
- (4) For operating at high temperatures, the LM358/LM358A, LM2904 must be derated based on a  $125^\circ\text{C}$  maximum junction temperature and a thermal resistance of  $120^\circ\text{C/W}$  for PDIP,  $182^\circ\text{C/W}$  for TO-99,  $189^\circ\text{C/W}$  for SOIC package, and  $230^\circ\text{C/W}$  for DSBGA, which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM258/LM258A and LM158/LM158A can be derated based on a  $+150^\circ\text{C}$  maximum junction temperature. The dissipation is the total of both amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.
- (5) Short circuits from the output to  $V^+$  can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of  $V^+$ . At values of supply voltage in excess of +15 V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.
- (6) This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the op amps to go to the  $V^+$  voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than  $-0.3$  V (at  $25^\circ\text{C}$ ).

### 6.2 ESD Ratings

			VALUE	UNIT
$V_{\text{ESD}}$	Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 <sup>(1)</sup>	$\pm 250$	V

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

### 6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

	MIN	MAX	UNIT
Supply Voltage (V+ - V-)LM158, LM258, LM358	3 (±1.5)	32 (±16)	V
Supply Voltage (V+ - V-)LM2904	3 (±1.5)	26 (±13)	V
Operating Temperature: LM158	-55	125	°C
Operating Temperature: LM258	-25	85	°C
Operating Temperature: LM358	0	70	°C
Operating Temperature: LM2904	-40	85	°C

### 6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC <sup>(1)</sup>	LM158-N, LM258-N, LM358-N	LM158-N	LM2904-N, LM358-N			UNIT
	LMC	NAB	YPB	D	P	
	8 PINS					
$R_{\theta JA}$ Junction-to-ambient thermal resistance	165	132	230	189	120	°C/W

 (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *IC Package Thermal Metrics* application report, SPRA953.

### 6.5 Electrical Characteristics: LM158A, LM358A, LM158, LM258

 $V^- = +5.0$  V, See<sup>(1)</sup>, unless otherwise stated

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM158A			LM358A			LM158, LM258			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	See <sup>(2)</sup> , $T_A = 25^\circ\text{C}$	1	2		2	3		2	5	mV	
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{CM} = 0$ V, <sup>(3)</sup>	20	50		45	100		45	150	nA	
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$ , $V_{CM} = 0$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$	2	10		5	30		3	30	nA	
Input Common-Mode	$V^+ = 30$ V, <sup>(4)</sup>										
Voltage Range	(LM2904, $V^+ = 26$ V), $T_A = 25^\circ\text{C}$	0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$	V	
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L = \infty$ on All Op Amps $V^+ = 30$ V (LM2904 $V^+ = 26$ V) $V^- = 5$ V										
		1	2		1	2		1	2	mA	
		0.5	1.2		0.5	1.2		0.5	1.2	mA	
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = 15$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $R_L \geq 2$ k $\Omega$ , (For $V_{O1} = 1$ V to 11 V)	50	100		25	100		50	100	V/mV	
Common-Mode	$T_A = 25^\circ\text{C}$										
Rejection Ratio	$V_{CM} = 0$ V to $V^+ - 1.5$ V	70	85		65	85		70	85	dB	
Power Supply	$V^- = 5$ V to 30 V										
Rejection Ratio	(LM2904, $V^+ = 5$ V to 26 V), $T_A = 25^\circ\text{C}$	65	100		65	100		65	100	dB	

 (1) These specifications are limited to  $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$  for the LM158/LM158A. With the LM258/LM258A, all temperature specifications are limited to  $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ , the LM358/LM358A temperature specifications are limited to  $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$ , and the LM2904 specifications are limited to  $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ .

 (2)  $V_{O1} = 1.4$  V,  $R_{DS} = 0$   $\Omega$  with  $V^+$  from 5 V to 30 V, and over the full input common-mode range (0 V to  $V^+ - 1.5$  V) at  $25^\circ\text{C}$ . For LM2904,  $V^+$  from 5 V to 26 V.

(3) The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input inos.

 (4) The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V (at  $25^\circ\text{C}$ ). The upper end of the common-mode voltage range is  $V^+ - 1.5$  V (at  $25^\circ\text{C}$ ), but either or both inputs can go to 32 V without damage (26 V for LM2904), independent of the magnitude of  $V^-$ .

**LM158-N, LM258-N, LM2904-N, LM358-N**

SNOSBT3I—JANUARY 2000—REVISED DECEMBER 2014

[www.ti.com](http://www.ti.com)
**Electrical Characteristics: LM158A, LM358A, LM158, LM258 (continued)**
 $V^+ = +5.0\text{ V}$ ; See<sup>(1)</sup>, unless otherwise stated

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM158A			LM358A			LM158, LM258			UNIT				
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX					
Power Supply	$V^+ = 5\text{ V}$ to $30\text{ V}$														
Rejection Ratio	(LM2904, $V^+ = 5\text{ V}$ to $26\text{ V}$ ), $T_A = 25^\circ\text{C}$	65	100		65	100		65	100		dB				
Amplifier-to-Amplifier Coupling	$f = 1\text{ kHz}$ to $20\text{ kHz}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ (Input Referred), See <sup>(5)</sup>			-120			-120			-120	dB				
Output Current	Source $V_{IN}^+ = 1\text{ V}$ , $V_{IN}^- = 0\text{ V}$ , $V^+ = 15\text{ V}$ , $V_O = 2\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$														
			20	40		20	40		20	40		mA			
	Sink $V_{IN}^- = 1\text{ V}$ , $V_{IN}^+ = 0\text{ V}$ , $V^+ = 15\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_O = 2\text{ V}$ , $V_{IN}^+ = 1\text{ V}$ , $V_{IN}^- = 0\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_O = 200\text{ mV}$ , $V^+ = 15\text{ V}$														
			10	20		10	20		10	20		mA			
		12	50		12	50		12	50		$\mu\text{A}$				
Short Circuit to Ground	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , See <sup>(6)</sup> , $V^+ = 15\text{ V}$			40			40			60	40	60	mA		
Input Offset Voltage	See <sup>(2)</sup>									5		7	mV		
Input Offset Voltage Drift	$R_G = 0\Omega$			7		15		7		20		7	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$		
Input Offset Current	$ I_{IN(+)} - I_{IN(-)} $						30			75		100	nA		
Input Offset Current Drift	$R_G = 0\Omega$			10		200		10		300		10	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$		
Input Bias Current	$ I_{IN(+)} $ or $ I_{IN(-)} $			40		100		40		200		40	300	nA	
Input Common-Mode Voltage Range	$V^+ = 30\text{ V}$ , See <sup>(4)</sup> (LM2904, $V^+ = 26\text{ V}$ )			0		$V^+ - 2$		0		$V^+ - 2$		0		$V^+ - 2$	V
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = +15\text{ V}$														
	( $V_O = 1\text{ V}$ to $11\text{ V}$ ), $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$			25				15				25			V/mV
Output	$V_{OH}$ $V^+ = +30\text{ V}$ , $R_L = 2\text{ k}\Omega$			26				26				26			V
		Voltage (LM2904, $V^+ = 26\text{ V}$ ) $R_L = 10\text{ k}\Omega$			27		28		27		28		27		28
Swing	$V_{OL}$ $V^+ = 5\text{ V}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$			5		20		5		20		5		20	mV
Output Current	Source $V_{IN}^+ = +1\text{ V}$ , $V_{IN}^- = 0\text{ V}$ , $V^+ = 15\text{ V}$ , $V_O = 2\text{ V}$			10		20		10		20		10		20	mA
		Sink $V_{IN}^- = +1\text{ V}$ , $V_{IN}^+ = 0\text{ V}$ , $V^+ = 15\text{ V}$ , $V_O = 2\text{ V}$			10		15		5		8		5		8

(5) Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.

(6) Short circuits from the output to  $V^+$  can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of  $V^+$ . At values of supply voltage in excess of +15 V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

**6.6 Electrical Characteristics: LM358, LM2904**
 $V^+ = +5.0\text{ V}$ , See<sup>(1)</sup>, unless otherwise stated

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM358			LM2904			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
Input Offset Voltage	See <sup>(2)</sup> , $T_A = 25^\circ\text{C}$		2	7		2	7	mV	
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{CM} = 0\text{ V}$ , See <sup>(3)</sup>		45	250		45	250	nA	
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$ , $V_{CM} = 0\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		5	50		5	50	nA	
Input Common-Mode Voltage Range	$V^+ = 30\text{ V}$ , See <sup>(4)</sup> (LM2904, $V^+ = 26\text{ V}$ ), $T_A = 25^\circ\text{C}$	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	V	
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L = \infty$ on All Op Amps								
	$V^+ = 30\text{ V}$ (LM2904 $V^+ = 26\text{ V}$ )		1	2		1	2	mA	
	$V^+ = 5\text{ V}$		0.5	1.2		0.5	1.2	mA	
Large Signal Voltage	$V^+ = 15\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ .								
Gain	$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ (For $V_O = 1\text{ V}$ to $11\text{ V}$ ) $T_A = 25^\circ\text{C}$ .	25		100	25		100	V/mV	
Common-Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = 0\text{ V}$ to $V^+ - 1.5\text{ V}$	65		85	50		70	dB	
Power Supply Rejection Ratio	$V^+ = 5\text{ V}$ to $30\text{ V}$ (LM2904, $V^+ = 5\text{ V}$ to $26\text{ V}$ ), $T_A = 25^\circ\text{C}$ .	65		100	50		100	dB	
Amplifier-to-Amplifier Coupling	$f = 1\text{ kHz}$ to $20\text{ kHz}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ (Input Referred), See <sup>(5)</sup>			-120			-120	dB	
Output Current	Source								
	$V_{IN^+} = 1\text{ V}$ ,								
	$V_{IN^-} = 0\text{ V}$ ,								
	$V^+ = 15\text{ V}$ ,	20		40	20		40	mA	
	$V_O = 2\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$								
	Sink								
	$V_{IN^+} = 1\text{ V}$ , $V_{IN^-} = 0\text{ V}$								
	$V^+ = 15\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,	10		20	10		20	mA	
	$V_O = 2\text{ V}$ ,								
	$V_{IN^+} = 1\text{ V}$ ,								
$V_{IN^-} = 0\text{ V}$ ,	12		50	12		50	$\mu\text{A}$		
$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_O = 200\text{ mV}$ ,									
$V^+ = 15\text{ V}$									
Short Circuit to Ground	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , See <sup>(6)</sup> , $V^+ = 15\text{ V}$		40	60		40	60	mA	
Input Offset Voltage	See <sup>(2)</sup>			9			10	mV	
Input Offset Voltage Drift	$R_S = 0\ \Omega$			7			7	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$			150			45	200	nA
Input Offset Current Drift	$R_S = 0\ \Omega$			10			10	$\text{pA}/^\circ\text{C}$	
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$		40	500		40	500	nA	

(1) These specifications are limited to  $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$  for the LM158/LM158A. With the LM258/LM258A, all temperature specifications are limited to  $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ , the LM358/LM358A temperature specifications are limited to  $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$ , and the LM2904 specifications are limited to  $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ .

(2)  $V_{OS} = 1.4\text{ V}$ ,  $R_S = 0\ \Omega$  with  $V^+$  from  $5\text{ V}$  to  $30\text{ V}$ ; and over the full input common-mode range ( $0\text{ V}$  to  $V^+ - 1.5\text{ V}$ ) at  $25^\circ\text{C}$ . For LM2904,  $V^+$  from  $5\text{ V}$  to  $26\text{ V}$ .

(3) The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.

(4) The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than  $0.3\text{ V}$  (at  $25^\circ\text{C}$ ). The upper end of the common-mode voltage range is  $V^+ - 1.5\text{ V}$  (at  $25^\circ\text{C}$ ), but either or both inputs can go to  $32\text{ V}$  without damage ( $26\text{ V}$  for LM2904), independent of the magnitude of  $V^+$ .

(5) Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.

(6) Short circuits from the output to  $V^-$  can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately  $40\text{ mA}$  independent of the magnitude of  $V^+$ . At values of supply voltage in excess of  $+15\text{ V}$ , continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

**LM158-N, LM258-N, LM2904-N, LM358-N**

SNO58T31 – JANUARY 2000 – REVISED DECEMBER 2014

[www.ti.com](http://www.ti.com)
**Electrical Characteristics: LM358, LM2904 (continued)**
 $V^+ = +5.0\text{ V}$ , See<sup>(1)</sup>, unless otherwise stated

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM358			LM2904			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Common-Mode Voltage Range	$V^+ = 30\text{ V}$ , See <sup>(4)</sup> (LM2904, $V^+ = 26\text{ V}$ )	0		$V^+ - 2$	0		$V^+ - 2$	V
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = +15\text{ V}$							
	( $V_{O1} = 1\text{ V}$ to $11\text{ V}$ ) $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	15			15			V/mV
Output	$V_{OH}$							V
Voltage	$V^+ = 30\text{ V}$ (LM2904, $V^+ = 26\text{ V}$ )	26			22			V
Swing	$V_{OL}$		27	28		23	24	V
Output Current	Source		5	20		5	100	mV
	Sink		10	20		10	20	mA
			5	8		5	8	mA

## B.7. Datasheet TIP3055

### TIP3055 (NPN), TIP2955 (PNP)

## Complementary Silicon Power Transistors

Designed for general-purpose switching and amplifier applications.

#### Features

- DC Current Gain –  
 $h_{FE} = 20-70 @ I_C$   
= 4.0 Adc
- Collector-Emitter Saturation Voltage –  
 $V_{CE(sat)} = 1.1 V_{dc} (Max) @ I_C$   
= 4.0 Adc
- Excellent Safe Operating Area
- These are Pb-Free Devices\*

#### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector – Emitter Voltage	$V_{CEO}$	60	Vdc
Collector – Emitter Voltage	$V_{CER}$	70	Vdc
Collector – Base Voltage	$V_{CB}$	100	Vdc
Emitter – Base Voltage	$V_{EB}$	7.0	Vdc
Collector Current – Continuous	$I_C$	1.5	A dc
Base Current	$I_B$	7.0	A dc
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	90 0.72	W W/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-65 to +150	°C

#### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	1.39	°C/W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	35.7	°C/W

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

\*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

15 AMPERE  
POWER TRANSISTORS  
COMPLEMENTARY SILICON  
60 VOLTS, 90 WATTS



SOT-93 (TO-218)  
CASE 340D  
STYLE 1



TO-247  
CASE 340L  
STYLE 3

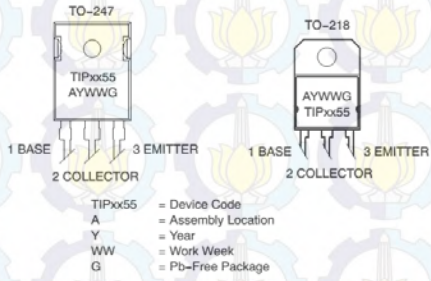
NOTE: Effective June 2012 this device will be available only in the TO-247 package. Reference FPCN# 16827.

#### ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 2 of this data sheet.

## TIP3055 (NPN), TIP2955 (PNP)

### MARKING DIAGRAMS



### ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
TIP3055G	SOT-93 (TO-218) (Pb-Free)	30 Units / Rail
TIP2955G	SOT-93 (TO-218) (Pb-Free)	30 Units / Rail
TIP3055G	TO-247 (Pb-Free)	30 Units / Rail
TIP2955G	TO-247 (Pb-Free)	30 Units / Rail

## TIP3055 (NPN), TIP2955 (PNP)

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_C = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>				
Collector-Emitter Sustaining Voltage (Note 1) ( $I_C = 30\text{ mAdc}$ , $I_B = 0$ )	$V_{CE(sus)}$	60	-	Vdc
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 70\text{ Vdc}$ , $R_{BE} = 100\text{ Ohms}$ )	$I_{CER}$	-	1.0	mAdc
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 30\text{ Vdc}$ , $I_B = 0$ )	$I_{CEO}$	-	0.7	mAdc
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 100\text{ Vdc}$ , $V_{BE(off)} = 1.5\text{ Vdc}$ )	$I_{CEV}$	-	5.0	mAdc
Emitter Cutoff Current ( $V_{BE} = 7.0\text{ Vdc}$ , $I_C = 0$ )	$I_{EBO}$	-	5.0	mAdc
<b>ON CHARACTERISTICS (Note 1)</b>				
DC Current Gain ( $I_C = 4.0\text{ Adc}$ , $V_{CE} = 4.0\text{ Vdc}$ ) ( $I_C = 10\text{ Adc}$ , $V_{CE} = 4.0\text{ Vdc}$ )	$\beta_{FE}$	20 5.0	70 -	-
Collector-Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 4.0\text{ Adc}$ , $I_B = 400\text{ mAdc}$ ) ( $I_C = 10\text{ Adc}$ , $I_B = 3.3\text{ Adc}$ )	$V_{CE(sat)}$	- -	1.1 3.0	Vdc
Base-Emitter On Voltage ( $I_C = 4.0\text{ Adc}$ , $V_{CE} = 4.0\text{ Vdc}$ )	$V_{BE(on)}$	-	1.8	Vdc
<b>SECOND BREAKDOWN</b>				
Second Breakdown Collector Current with Base Forward Biased ( $V_{CE} = 30\text{ Vdc}$ , $t = 1.0\text{ s}$ ; Nonrepetitive)	$I_{sfb}$	3.0	-	Adc
<b>DYNAMIC CHARACTERISTICS</b>				
Current Gain — Bandwidth Product ( $I_C = 0.5\text{ Adc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ MHz}$ )	$f_T$	2.5	-	MHz
Small-Signal Current Gain ( $V_{CE} = 4.0\text{ Vdc}$ , $I_C = 1.0\text{ Adc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ )	$\beta_{fe}$	15	-	kHz

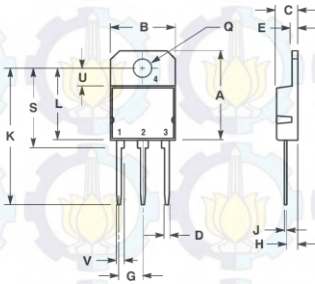
NOTE: For additional design curves, refer to electrical characteristics curves of 2N3055.

1. Pulse Test: Pulse Width = 300  $\mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$ .

# TIP3055 (NPN), TIP2955 (PNP)

## PACKAGE DIMENSIONS

SOT-93 (TO-218)  
CASE 340D-02  
ISSUE E

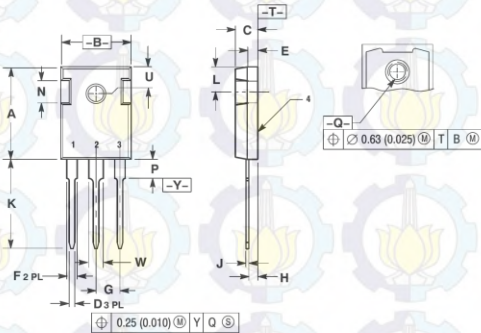


- NOTES:  
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982  
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	---	20.35	---	0.801
B	14.70	15.30	0.579	0.598
C	4.70	4.90	0.185	0.193
D	1.10	1.30	0.043	0.051
E	1.17	1.37	0.046	0.054
G	5.40	5.55	0.213	0.219
H	2.00	3.00	0.079	0.118
J	0.50	0.78	0.020	0.031
K	21.00 REF	---	0.826 REF	---
L	---	15.20	---	0.638
Q	4.00	4.10	0.158	0.161
S	17.80	18.20	0.701	0.717
V	4.00 REF	---	0.157 REF	---
	---	1.75 REF	---	0.069

- STYLE 1:  
PIN 1: BASE  
2: COLLECTOR  
3: EMITTER  
4: COLLECTOR

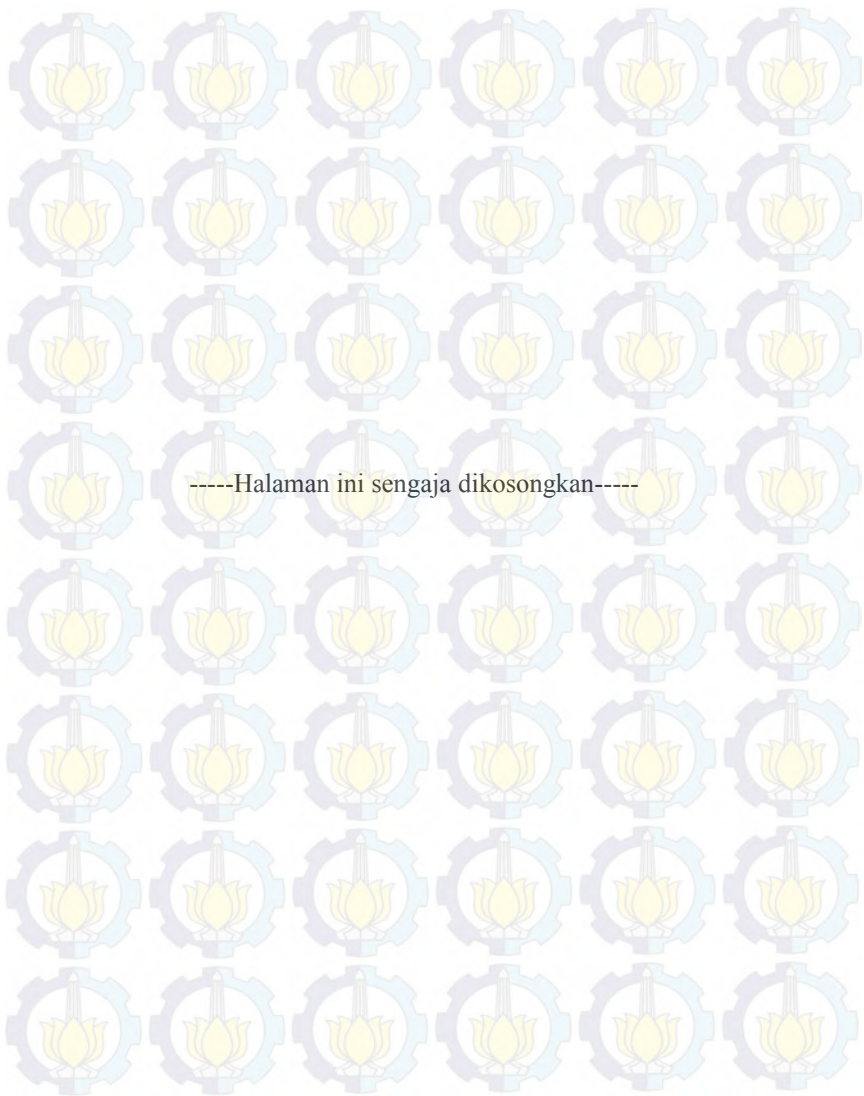
TO-247  
CASE 340L-02  
ISSUE F



- NOTES:  
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982  
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	20.32	21.08	0.800	0.830
B	19.75	19.95	0.820	0.840
C	4.70	5.30	0.185	0.209
D	1.00	1.40	0.040	0.055
E	1.90	2.60	0.075	0.105
F	1.65	2.13	0.065	0.084
G	5.40	ISSC	0.215	ISSC
H	1.50	2.49	0.059	0.098
J	0.40	0.80	0.016	0.031
K	19.81	20.83	0.780	0.820
L	5.40	6.20	0.212	0.244
N	4.32	5.49	0.170	0.216
P	---	4.50	---	0.177
Q	3.55	3.65	0.140	0.144
V	8.18	ISSC	0.324	ISSC
W	2.87	3.12	0.113	0.123

- STYLE 9:  
PIN 1: BASE  
2: COLLECTOR  
3: EMITTER  
4: COLLECTOR



## DAFTAR RIWAYAT PENULIS



### A. KETERANGAN PRIBADI

Nama Lengkap : Bismo Ishyafaputro  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2213038001  
Tempat & Tanggal Lahir : Pangkalan Bun, 1 April  
1997  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Alamat Rumah : Perum Kebonsari Indah  
C-9 Malang  
No. Telepon : 08981272191  
E-mail : ishyafabismo@gmail.com  
Kegemaran/Hobi : Membaca

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

2000-2002 : TK Pembina Pangkalan Bun  
2002-2008 : SDN Gadang IV Malang  
2008-2011 : SMPN 5 Malang  
2011-2013 : SMAN 5 Malang  
2013-sekarang : Bidang Studi Teknik Listrik,  
Program Studi D3 Teknik Elektro,  
ITS

### C. PENGALAMAN

1. Staff Departemen PSDU UKM Sepakbola ITS 2014-2015
2. Sie Dokumentasi NFC ITS 2013
3. Sie Lapangan IFC 2014
4. Koor Sie Kestari IFC 2015
5. Sie Dana IARC 2014
6. Sie Dokumentasi IARC 2015
7. OC Kamjin LKMM Pra TD 2015

Surabaya, 2 Juni 2016  
Penulis,

(Bismo Ishyafaputro)

## DAFTAR RIWAYAT PENULIS



### A. KETERANGAN PRIBADI

Nama Lengkap : Vergusta Chandra Charisma  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2213038015  
Tempat & Tanggal Lahir : Lumajang, 7 Agustus 1995  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Kristen  
Alamat Rumah : Perum Asabri Blok J-21, Sananwetan,  
Kota Blitar  
No. Telepon : 085790310300  
E-mail : vergusta@gmail.com  
Kegegaran/Hobi : Olahraga Badminton, *Jogging*

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1999-2001 : TKK YBPK Lumajang  
2001-2007 : SDK YBPK Lumajang  
2007-2010 : SMPN 1 Kota Blitar  
2010-2013 : SMAN 1 Kota Blitar  
2013-sekarang : Bidang Studi Teknik Listrik, Program Studi  
D3 Teknik Elektro, ITS

### C. PENGALAMAN

1. Peserta Pelatihan Karya Tulis Ilmiah Hima D3Tektro 2013
2. Peserta LKMM Pra TD X11 FTI-ITS 2014
3. Peserta *Workshop of Basic Matlab* Laboratorium Telekomunikasi B301 Jurusan Teknik Elektro 2014
4. Peserta Pelatihan Jurnalistik Tingkat Dasar VI Hima D3Tektro 2014
5. Staf OC Dana GERIGI ITS 2014
6. Staf OC Konsumsi IARC 2014
7. Staf OC Dana IARC 2015

Surabaya, 2 Juni 2016  
Penulis,

(Vergusta Chandra Charisma)