



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENGEMBANGAN RANCANGAN BANGUN SISTEM DETEKTOR PADA GEJALA AWAL TSUNAMI BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 DENGAN SENSOR FOTOTRANSISTOR

SKRIPSI



**ADE SATRIA PUTRA
06135011**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

SKRIPSI

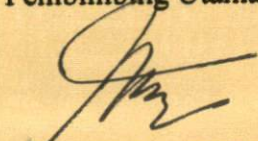
PENGEMBANGAN RANCANG BANGUN SISTEM DETEKTOR GEJALA AWAL TSUNAMI BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 DENGAN SENSOR FOTOTRANSISTOR

yang disusun oleh
Ade Satria Putra
06135011

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 10 Agustus 2011
dan dinyatakan telah lulus memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama



Drs. Wildian, M.Si

NIP.196108121994031001

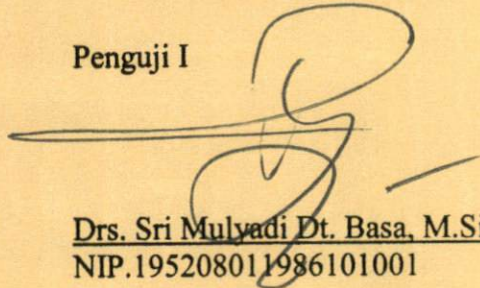
Ketua Penguji



Rahmat Rasyid, M.Si

NIP. 196711031998021002

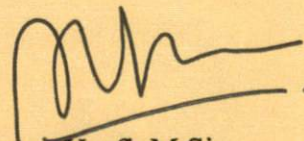
Penguji I



Drs. Sri Mulyadi Dt. Basa, M.Si

NIP.195208011986101001

Penguji II



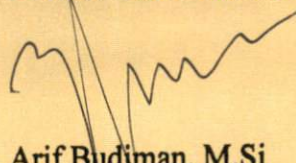
Meqorry Yusfi, M.Si

NIP.198305312006042001

Padang, 22 Agustus 2011

Ketua Jurusan Fisika

FMIPA Universitas Andalas



Arif Budiman, M.Si

NIP. 19731114 1999031004



Alhamdulillahirabbil'amin.....

Rasa syukur yang sebesar-besarnya pada-Mu Ya Robbi, Sang Pemilik jiwaku, Yang Maha mengabulkan segala do'a. Rahman dan Rahim yang senantiasa Engkau curahkan kepada hamba-Mu ini. Segala kemudahan yang Engkau berikan atas segala permasalahan yang ku hadapi, Ya Allah.

"Aku dapat melakukan apapun karena ada Allah yang menyertaiku"

Shalawat beserta salam semoga tercurahkan kepada Nabi akhir zaman pemberi syafaat, yang selalu dicintai oleh umatnya, Baginda Rasulullah S.A.W. Segala perjuangan Beliau yang selalu menjadi inspirasi bagi kita.

Sebuah karya yang sederhana ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta, H. SYAIFUL RAMADHAN dan ELDA YANTI. Orang tua yang selalu mendidik, menyayangi dan mendo'akanku. Tulus cinta yang selalu abadi dan takkan terbalaskan. Semoga Allah selalu memberi kesehatan dan kebahagiaan dunia akhirat. Hanya karya kecil ini yang baru bisa kupersembahkan untuk Apa dan Ama. Insya Allah, selanjutnya ku akan berusaha membuat Apa dan Ama tersenyum Bangga.

THANKS TO :

Adik-adikku (Deli, Bobby, Agung, Didi). Tetap semangat dan rajin dalam menyelesaikan sekolah dan kullahnya. Semoga kita semua bisa membuat bangga Apa dan Ama.

Seluruh keluarga besarku yang selalu menyayangi dan men-support ku di Padang Panjang (Pak wo, mak wo, Mutia, maulana, imel, maulana, gaek(alm), enek, ni pit) dan di Padang (Gaek, amak, Pak wo, mak wo, om, ante, mak ntan, da bud, ni dian, da dod, wulan, nurul). Semoga Allah selalu memberkati kalian semua.

Pembimbingku, Bapak Drs. Wildian, M.Si yang selalu memberikan motivasi, nasehat dan inspirasinya serta selalu meluangkan waktunya ditengah kesibukannya.

Motivasi yang akan selalu ku ingat >> "Jangan pernah menyerah sampai peluit akhir berbunyi".

Bapak dan Ibuk Penguji (Pak Rahmat, Pak Mul dan Buk Gorry) yang memberikan kemudahan serta bersedia meluangkan waktunya. Makasih banyak Bapak dan Ibuk telah bersedia menguji dengan waktu konfirmasi yang sangat mendadak.

Keluarga besar Ø6 x-brain (fisika angkatan 2006). Tak terasa waktu cepat berlalu dengan kebersamaan yang kita lalui dalam suka dan duka. Semoga kita semua tetap menjadi keluarga sampai kapanpun.

Kabelistrik personil (Suluank, P-man, Imu).

>> *Makasih lah menjadi "penata rambulk" den Luank (jan potong jambangnyo da, hehe....).*

>> *Makasih atas assist-assist kerenyo pas main bola, men.*

>> *Untuak imu, kawan naiak bus kota pas wak muda-muda dulu, hehe....*

Kabelistrik kan selalu di hati, takkan pernah mati.

BAPORA (Pemuda Fisika '06)

>> Kawan *salapiak sapatiduran, tampek bagarah*, suka duka. Makasih atas kepercayaan besarnya :
Siapapun ketuanya, bendaharanya tetap ade satria. Hehe...

All Crew Asisten Labor Elektro (da iwa, ni tika, Ami, achy "my sister", dyni "adek ipar", ani serta rekan-rekan yang lainnya) yang selalu bersama untuk memajukan labor kita. Terima kasih atas kepercayaan dan kerja samanya selama menjadi koor. Semoga ilmu yang kita berikan bisa bermanfaat serta menjadi amal ibadah di sisi-Nya.

Keluarga besar HIMAFI, uda, uni, adik serta yang lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang ikut membantu selama ini.

SPECIAL TO :

My Special Girl, fitria buruak ^_^

Makasih telah memberi warna baru, semangat baru dan keceriaan dalam hidupku.

Semogaa mimpiku, mimpimu akan menjadi mimpi kita berdua.

Selalu dan Selamanya..

Teriring do'a semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua dan menjadi kesuksesan dunia akhirat.
Amin...

****Lo Spirito Juve.....****

asp_kabel

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji beserta syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, berkah dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir serta menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Pengembangan Rancang Bangun Sistem Detektor Gejala Awal Tsunami Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Dengan Sensor Fototransistor”**.

Shalawat dan salam semoga tercurah bagi junjungan dan suri tauladan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang telah menunjukan kita kepada Nur Ilahi dan membawa kita ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan pada saat sekarang ini.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang. Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati melalui tulisan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan kasih sayangnya yang tak pernah putus, selalu mendo'akan, mendidik dan mendorong untuk tetap semangat dalam menghadapi apapun. Semoga Allah SWT selalu mengalirkan kasih sayang dan karunia-Nya kepada mereka.
2. Seluruh keluarga yang selalu bersama dalam suka dan duka.
3. Bapak Drs. Wildian, M.Si selaku dosen pembimbing dan pernah menjadi pembimbing akademik yang telah memberikan banyak arahan, motivasi,

dan bimbingan yang sangat berharga serta menjadi sumber inspirasi bagi Penulis.

4. Bapak Arif Budiman, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika.
5. Bapak dan Ibu dosen beserta staff Jurusan Fisika.
6. Teman-teman angkatan 2006 "Ø6 X-Brain" dan rekan-rekan BAPORA '06 serta keluarga besar Jurusan Fisika yang telah berjuang bersama serta memberikan keceriannya.
7. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu, atas segala bantuannya.

Demikianlah skripsi ini Penulis susun, semoga karya yang kecil ini dinilai sebagai ibadah di sisi-Nya serta bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa dengan segala kekurangan dan keterbatasan maka Penulis merasa bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis menerima kritik dan sarannya untuk kebaikan dan kemajuan kita bersama.

Padang, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Definisi <i>Tsunami</i>	7
2.2.2 Pasang Surut Air Laut.....	8
2.2.3 Sistem Sensor Inframerah	9
2.2.4 LED Inframerah	9
2.2.5 Fototransistor	10
2.2.6 Komparator	12

2.2.7 Mikrokontroler AT89S51	13
2.2.8 Pemograman Bahasa C	18
2.2.9 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Komponen Yang Digunakan	22
3.2 Tata Laksana Penelitian.....	23
3.3 Rancang Bangun Perangkat Keras (<i>hardware</i>)	24
3.3.1 Rangkaian Catu Daya	24
3.3.2 Rangkaian Sistem Sensor	25
3.3.3 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S51	26
3.3.4 Rangkaian Sistem Minimum Penampil LCD 2x16 karakter	27
3.3.5 Rangkaian Alarm.....	28
3.3.6 Pengujian Blok Rangkaian pada <i>Breadboard</i>	29
3.3.7 Perancangan dan Pembuatan PCB	30
3.4 Rancang Bangun Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	31
3.4.1 Diagram Alir.....	31
3.4.2 Program	32
3.4.3 Menanamkan Program ke Mikrokontroler AT89S51	33
3.5 Cara Kerja Alat.....	34
3.6 Pengujian Alat	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Perangkat Keras.....	37
4.1.1 Karakteristik Sensor Terhadap Jarak.....	38

4.1.2 Pengujian Sistem Sensor Tanpa Rangkaian Komparator	39
4.1.3 Pengujian Sistem Sensor Menggunakan Rangkaian Komparator	40
4.1.4 Pengujian Sistem Minimum dan LCD	40
4.1.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	40
4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Kesulitan-kesulitan yang dihadapi	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan.....	47
4.1 Saran.....	48
DAFTAR KEPUSTAKAAN.....	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fitur khusus <i>Port 3</i>	15
Tabel 2.2 Konfigurasi Pin M1632	20
Tabel 4.1 Karakteristik Sensor Fototransistor	51
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Dengan Kondisi Air Tenang	41
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Dengan Kondisi Air Bergelombang.....	41
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Secara Keseluruhan	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram blok sistem detektor gejala awal <i>tsunami</i> menggunakan metode pengukuran laju surut rata-rata air laut.....	6
Gambar 2.2 Gempa bumi tektonik yang dapat menimbulkan <i>tsunami</i>	8
Gambar 2.3 Bentuk fisik LED inframerah.....	10
Gambar 2.4 (A) Struktur fototransistor (B) Simbol fototransistor	11
Gambar 2.5 Rangkaian komparator mode <i>inverting</i>	13
Gambar 2.6 Konfigurasi pin AT89S51.....	14
Gambar 2.7 Modul LCD karakter 2x16.....	19
Gambar 2.8 Fungsi <i>winst</i>	21
Gambar 2.9 Fungsi <i>wdata</i>	21
Gambar 3.1 Diagram alir tata laksana penelitian.....	23
Gambar 3.2 Rangkaian catu daya 5 V dan 6 V.....	24
Gambar 3.3 Rangkaian sistem sensor	26
Gambar 3.4 Rangkaian sistem minimum mikrokontroler AT89S51	27
Gambar 3.5 Rangkaian sistem minimum LCD 2 x 16 karakter	28
Gambar 3.6 Rangkaian alarm	29
Gambar 3.7 Diagram alir program sistem pendeteksi gejala awal <i>tsunami</i> berdasarkan laju surut rata-rata air laut.....	31
Gambar 3.8 Tampilan awal <i>software</i> AEC-ISP	33
Gambar 3.9 Tanda mikrokontroler telah terhubung dengan PC	34

Gambar 3.10 Rancangan pemasangan alat	36
Gambar 4.1 Perangkat keras per blok rangkaian	37
Gambar 4.2 Alat Ukur secara keseluruhan	38
Gambar 4.3 Karakteristik sensor fototransistor	38
Gambar 4.4 Pengujian alat di laboratorium	41
Gambar 4.5 Perbandingan laju surut rata-rata air laut pada kondisi tenang dengan bergelombang	42
Gambar 4.6 Pengujian alat di laut.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Karakteristik Sensor Fototransistor	51
Lampiran B <i>Listing</i> Program Sistem Detektor Gejala Awal <i>Tsunami</i> Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Dengan Sensor Fototransistor	52
Lampiran C <i>Datasheet</i> Komponen.....	58
1. <i>Datasheet</i> LM324	
2. <i>Datasheet</i> LED Inframerah	
3. <i>Datasheet</i> fototransistor	
4. <i>Datasheet</i> LCD 2 x 16 karakter	
5. <i>Datasheet</i> Mikrokontroler AT89S51	

ABSTRAK

Telah dibuat sebuah sistem detektor gejala awal *tsunami* berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan menggunakan sensor fototransistor. Sistem ini bekerja berdasarkan fenomena laju surut air laut. Sistem ini dirancang untuk mengatasi pengaruh gelombang atau ombak terhadap pembacaan sensor dengan menempatkannya di dalam tabung. Sistem ini terdiri dari 2 buah sistem sensor yang masing-masing terdiri dari sebuah LED inframerah dan sensor fototransistor. Sistem ini dikontrol dengan mikrokontroler AT89S51 melalui bahasa pemrograman C dan ditampilkan pada LCD M1632 2 x 16 dan alarm. Sistem sensor diletakkan di dalam sebuah tabung dengan jarak antara LED inframerah dengan sensor fototransistor adalah 1,9 cm dan jarak antara kedua sistem sensor adalah 15 cm. Kesalahan relatif maksimum pengukuran untuk keadaan air tenang dan air bergelombang adalah 6,2 %.

Kata Kunci: *Tsunami*, LED inframerah, fototransistor, mikrokontroler AT89S51, LCD M1632, alarm.

ABSTRACT

A detector system of early phenomenon of *tsunami* has been made based on microcontroller AT89S51 by using a phototransistors sensor. This system works based on the phenomenon of the rate of sea water receded. The system is designed to overcome the influence of the wave or waves of sensor readings by placing it inside the tube. The system consists of 2 pieces of sensor systems, each of which consists of an infrared LED and phototransistor sensors. This system is controlled by microcontroller AT89S51 passing by the C programming language and displayed on the LCD M1632 2 x 16 and alarm. Sensor system placed inside a tube with a distance between an infrared LED with a phototransistor sensor is 1.9 cm and the distance between the two sensor systems is 15 cm. The maximum relative error of measurement for the quiet water condition and the wave water condition are 6.2%.

Keywords: *Tsunami*, infrared LED, phototransistors, microcontroller AT89S51.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perairan barat Sumatera memiliki kondisi tektonik aktif karena kawasan ini merupakan bagian dari pertemuan Lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Akibatnya, kawasan ini menjadi kawasan yang rawan terhadap terjadinya gempa bumi. Gempa-gempa besar yang berpusat di dasar laut sering terjadi di wilayah ini dengan kedalaman yang relatif dangkal. Gempa-gempa seperti itu berpotensi memicu terjadinya *tsunami*.

Sebelum tahun 2004, fenomena *tsunami* belum menjadi perhatian serius masyarakat dunia. Hal itu berubah ketika suatu gempa bumi berkekuatan 9,1 SR terjadi di lepas pantai barat Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) pada 24 Desember 2004. Gempa besar ini menghasilkan pergeseran vertikal pada dasar laut (*sea floor*) dan menimbulkan fenomena *tsunami* yang menelan korban sekitar 280.000 jiwa serta mempengaruhi hidup jutaan jiwa lainnya yang masih selamat namun kehilangan anggota keluarga dan harta benda.

Jatuhnya korban jiwa yang demikian besar pada peristiwa itu mungkin dapat dihindari jika saja ada sistem peringatan dini *tsunami* yang ditempatkan di kawasan Samudera Hindia tersebut. Selain karena tidak adanya sistem peringatan dini *tsunami*, banyaknya korban jiwa juga disebabkan karena tidak adanya sistem komunikasi yang efektif di tempat itu dan rendahnya pengetahuan masyarakat tentang bahaya *tsunami* (Nelson, 2006).

Pemerintah Indonesia dengan bantuan negara-negara donor, telah mengembangkan Sistem Peringatan Dini *Tsunami* Indonesia (*Indonesian Tsunami Early Warning System - InaTEWS*). Sistem ini berpusat pada Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di Jakarta. Alat deteksi *tsunami* pun telah banyak dipasang di daerah rawan *tsunami*. Namun dalam pelaksanaannya, masih ditemukan beberapa kendala. Diantaranya, pengadaan alat yang dikelola oleh BMKG ini membutuhkan biaya yang sangat besar. Selain itu, alat ini biasanya ditempatkan ditengah lautan. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam pengawasan dan perawatannya seperti yang terjadi pada beberapa alat pendeteksi *tsunami* yang dilaporkan telah hilang ataupun rusak.

Salah satu fenomena awal terjadinya *tsunami* adalah surutnya air laut di kawasan pantai secara mendadak. Laju surut air laut ini sangat cepat dibandingkan dengan laju surut biasa. Surutnya air laut menjauhi pantai pada daerah dengan pantainya yang landai bisa mencapai 800 meter. Dibandingkan dengan proses pasang surut biasa (gerhana bulan), surut air laut menjauhi pantai hanya 10 meter sampai 15 meter. Sedangkan selang waktu terjadinya *tsunami* setelah surutnya air laut lebih kurang 30 menit (Nelson, 2006).

Laju surut rata-rata air dapat dideteksi dengan menggunakan sistem berbasis mikrokontroler dengan sistem sensor yang terdiri dari sepasang LED dan fotodioda (Syukri, 2009). Namun, penelitian yang telah dilakukan mahasiswa Fisika Universitas Andalas itu tidak memperhitungkan pengaruh gelombang permukaan air laut.

Berdasarkan uraian tersebut, Penulis tertarik untuk melakukan penelitian berkenaan dengan pengembangan perancangan sistem detektor gejala awal *tsunami* berdasarkan laju surut rata-rata air laut dengan memperhitungkan kondisi gelombang permukaan air laut. Sistem detektor ini direncanakan dapat dioperasikan di tepi pantai karena besaran fisis yang akan dideteksi hanyalah laju surut rata-rata air laut.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk melakukan pengembangan rancang bangun sistem detektor peringatan dini *tsunami* berdasarkan laju surut rata-rata air laut yang mampu mengatasi pengaruh gelombang atau ombak terhadap pembacaan sensor dengan menggunakan sensor fototransistor dan LED inframerah, dan mikrokontroler AT89S51 sebagai pengontrol sistem.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengantisipasi terjadinya *tsunami* melalui penyediaan sistem peringatan dini alternatif, dengan biaya yang relatif ekonomis dan mudah dalam penempatannya.

1.4 Batasan Masalah

Dalam merancang sebuah alat kontrol banyak hal yang dapat ditinjau, tetapi pada penelitian kali ini dibatasi oleh beberapa hal berikut :

1. Laju surut rata-rata air laut dihitung berdasarkan penurunan muka air laut dalam waktu tertentu.
2. Sistem sensor dirancang berupa 2 buah rangkaian LED inframerah dan fototransistor yang dipasang dengan jarak tertentu secara vertikal.

3. Cara kerja alat ini adalah membandingkan laju surut rata-rata air laut normal dengan laju surut rata-rata akibat *tsunami*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

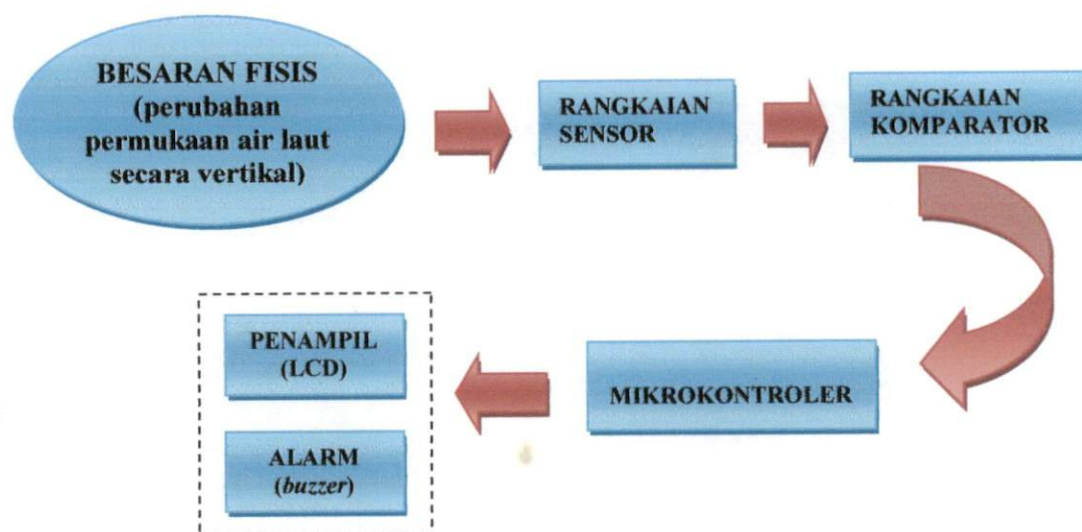
2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai pendeteksi gejala awal *tsunami* di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Universitas Andalas, sebelumnya telah dirintis oleh Yustinar (2008). Yustinar membahas pendeteksi gejala terbentuknya *tsunami* dari indikasi penarikan muka air laut. Rancangan alat masih belum bisa membedakan antara surut air laut normal akibat pengaruh astronomi dengan surut akibat *tsunami* jika posisi alat berada di atas titik rata-rata ketinggian surut air laut normal (*Mean Low Water, MLW*).

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Fuad Syukri (2009). Fuad Syukri membahas pendeteksi gejala awal *tsunami* berdasarkan laju surut rata-rata air laut. Penelitian ini hanya sebatas mengukur laju surut rata-rata air laut dengan mengabaikan gelombang ataupun ombak di lautan sehingga alat ini belum bisa diterapkan pada kondisi riil di lapangan. Selain itu, posisi alat berada di atas titik rata-rata ketinggian surut air laut normal (*Mean Low Water, MLW*) sehingga tidak akan mendeteksi ketika surut akibat *tsunami* dimulai pada titik rata-rata ketinggian surut air laut normal (*Mean Low Water, MLW*). Selain itu, alat ini ditempatkan di daerah pantai yang landai yang ombaknya tidak stabil dan dapat mempengaruhi pembacaan pada sensor.

Berdasarkan masalah di atas, maka pada penelitian ini penulis akan melakukan pengembangan berupa perancangan alat deteksi yang mampu

mengukur laju surut rata-rata air laut, sehingga dapat membedakan surut air laut normal akibat pengaruh astronomi dan surut akibat *tsunami* pada kondisi riil di lautan. Diagram blok alat ini ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram blok sistem detektor gejala awal *tsunami* menggunakan metode pengukuran laju surut rata-rata air laut

Rancangan pendeteksi gejala *tsunami* dengan metode pengukuran kelajuan surut rata-rata air laut ini terdiri atas komponen utama sebagai berikut : modul sensor cahaya (komponen utama : LED inframerah dan fototransistor), modul pemroses (mikrokontroler AT89S51) dan aktuator (*Liquid Crsytal Display* (LCD) 2x16 karakter dan alarm bahaya).

Modul sensor cahaya pada pendeteksi gejala *tsunami* dengan metode pengukuran laju surut rata-rata air laut ini memakai sensor fototransistor, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang memakai sensor fotodiode. Fototransistor sebagai sensor yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya yang dihasilkan oleh LED inframerah. Sedangkan dalam segi bentuk teknis, penelitian ini akan sangat berbeda dengan penelitian sebelumnya karena sensor diletakkan di dalam sebuah

benda berbentuk tabung yang terbuka pada bagian atas dan bawahnya. Saat tabung tersebut diletakkan di dalam air laut yang bergelombang, maka air yang berada di dalam tabung akan tetap tenang karena gelombangnya akan dihalangi oleh dinding tabung.

Selain itu, posisi sensor diletakkan dibawah titik rata-rata ketinggian surut air laut normal (*Mean Low Water, MLW*). Hal ini untuk mengantisipasi jika surut air laut akibat *tsunami* dimulai saat air laut berada pada titik tersebut. Sensor ini diletakkan di daerah pelabuhan atau dermaga yang ombaknya lebih stabil daripada di daerah pantai.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi *Tsunami*

Tsunami adalah gelombang laut yang terjadi secara mendadak yang disebabkan karena terganggunya kestabilan air laut oleh gangguan impulsif berskala besar. Gangguan impulsif tersebut dapat berupa gempa bumi tektonik (*tectonic earthquake*), aktivitas vulkanik (*volcanic activities*), longsor dasar laut (*undersea landslides*), tumbukan benda luar angkasa (*cosmic-body impacts*) dan ledakan nuklir bawah laut.

Dari beberapa gangguan impulsif yang mampu menyebabkan *tsunami*, hanya gempa bumi tektonik yang sering terjadi dibandingkan dengan gangguan lainnya. Hal ini disebabkan karena lempeng bumi terus bergerak, saling menjauh, bergeser, atau saling mendekat.

Gempa bumi tektonik yang menyebabkan *tsunami* adalah gempa yang berpusat di bawah laut. Tetapi, tidak semua gempa tektonik yang terjadi di bawah

laut mengakibatkan *tsunami*. Diperlukan kondisi khusus agar gempa tektonik yang terjadi membangkitkan gelombang *tsunami*. Kondisi khusus tersebut antara lain gempa besar dengan *magnitude* di atas 6,5 SR (Skala *Richter*), lokasi gempa di laut, pusat gempanya adalah di bawah 30 km, serta terjadi deformasi vertikal dasar laut (Kemal, 2005).



Gambar 2.2 Gempa bumi tektonik yang dapat menimbulkan *tsunami*

2.2.2 Pasang Surut Air Laut

Pasang surut laut (pasut) merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi atau tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Faktor non-astronomi yang mempengaruhi pasut terutama di perairan semi tertutup seperti teluk adalah bentuk garis pantai dan topografi dasar perairan.

Dari data referensi diperoleh bahwa nilai maksimum kelajuan rata-rata pasang surut normal adalah 0,103056 mm/detik. Sedangkan untuk pasang surut *tsunami* diperoleh nilai minimum kelajuan rata-rata pasang surutnya sebesar 0,66667 mm/detik (Syukri, 2009).

2.2.3 Sistem Sensor Inframerah

Sistem sensor yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua buah fototransistor dan LED inframerah. Fototransistor dan LED inframerah dipasang berhadapan pada jarak tertentu dan masing sensor berjarak tertentu secara vertikal. Cahaya dihasilkan oleh LED inframerah dan ditangkap oleh sensor fototransistor.

Dari sistem sensor ini akan diperoleh laju surut rata-rata air laut yang didapat dari perubahan permukaan air laut secara vertikal pada waktu tertentu. Secara matematis, laju surut rata-rata air laut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (2.1)$$

dimana : v = laju surut rata-rata air laut (m/s).

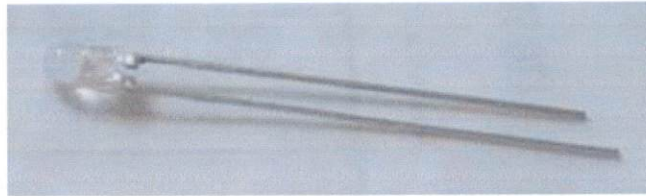
Δs = jarak antara sensor pertama dengan sensor kedua (m).

Δt = Waktu pencacahan dari sensor pertama sampai sensor kedua (s).

2.2.4 LED Inframerah

LED adalah suatu bahan semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren (cahaya yang hanya terdiri atas satu warna dan satu panjang gelombang) ketika diberi tegangan maju. Cahaya inframerah pada dasarnya adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang yang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio.

Radiasi inframerah memiliki panjang gelombang antara 700 nm sampai 1 mm dan berada pada spektrum berwarna merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya inframerah tidak akan tampak oleh mata namun radisi panas yang ditimbulkannya masih dapat dirasakan.



Gambar 2.3 Bentuk fisik LED Inframerah

Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi inframerah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Cahaya inframerah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang, tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewati cahaya yang nampak sehingga cahaya inframerah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata.

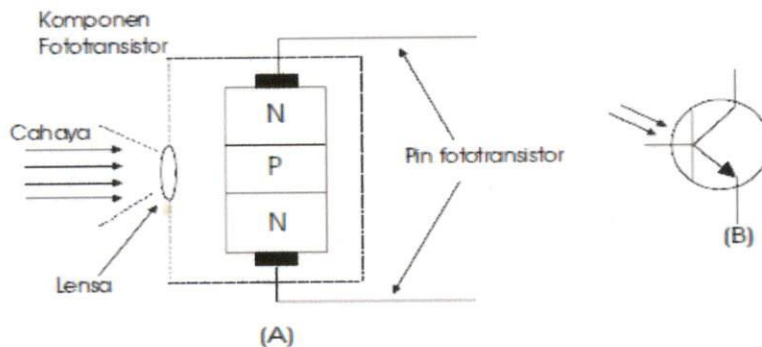
Cahaya LED inframerah (Gambar 2.3) ditimbulkan akibat adanya penggabungan elektron dan *hole* pada sambungan antara dua jenis semikonduktor dimana setiap penggabungan disertai dengan pelepasan energi. Pada penggunaannya, LED inframerah dapat diaktifkan dengan tegangan DC untuk transmisi atau sensor jarak dekat, dan dengan tegangan AC (30–40 KHz) untuk transmisi atau sensor jarak jauh.

2.2.5 Fototransistor

Fototransistor adalah sebuah detektor cahaya yang merupakan kombinasi fotodiode dan penguat transistor. Komponen ini mempunyai sensitivitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan fotodiode. Hal ini disebabkan karena sinyal

masuk dari basis akan diperkuat di bagian kolektornya. Namun demikian, waktu respon dari fototransistor secara umum akan lebih lambat daripada fotodiode.

Gambar 2.4 menunjukkan fototransistor NPN. Lensa fototransistor memfokuskan cahaya pada bagian tipe P pada basis, sedangkan penutupnya yaitu tipe N kolektor dan tipe N emitor. Arus listrik yang mengalir pada komponen ini berasal dari cahaya yang jatuh pada sambungan basis-kolektor pada fototransistor.



Gambar 2.4 (A) Struktur fototransistor (B) Simbol fototransistor

Fototransistor memiliki karakteristik :

1. Pendeteksi jarak dekat Inframerah.
2. Dapat dikuatkan 100 sampai 1500 kali.
3. Dapat digunakan dalam jarak lebar.
4. Dapat dipasangkan dengan (hampir) semua penghasil cahaya atau cahaya yang dekat dengan inframerah, seperti LED inframerah, neon, *fluorescent*, lampu bohlam, cahaya laser dan api.
5. Mempunyai karakteristik seperti transistor, kecuali bagian basis digantikan oleh besar cahaya yang diterima.

Pada fototransistor, jika kaki basis mendapat sinar maka akan timbul tegangan pada basisnya dan menyebabkan transistor berada pada daerah jenuhnya (saturasi), akibatnya tegangan pada kaki kolektor akan sama dengan *ground* ($V_{out} = 0 \text{ V}$). Sebaliknya jika kaki basis tidak mendapatkan sinar maka tidak cukup tegangan untuk membuat transistor jenuh, akibatnya semua arus akan dilewatkan ke keluaran ($V_{out} = V_{cc}$).

2.2.6 Komparator

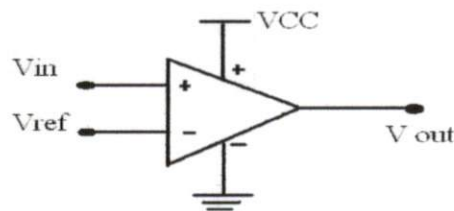
Komparator adalah sebuah rangkaian penguat yang memiliki dua buah input. Tegangan keluaran yang dihasilkannya sebanding dengan selisih antara dua tegangan masukannya. Komparator biasanya menggunakan op-amp sebagai piranti utama dalam rangkaian.

Komparator merupakan rangkaian elektronika yang akan membandingkan suatu masukan dengan referensi tertentu untuk menghasilkan keluaran berupa dua nilai (*high* dan *low*). Suatu komparator mempunyai dua masukan yang terdiri dari tegangan acuan (V_{ref}) dan tegangan masukan (V_{in}) serta satu tegangan keluaran (V_{out}).

Komparator dapat difungsikan dengan dua mode, yakni mode *inverting* dan mode *non-inverting*. Pada mode *inverting*, V_{in} berada pada kaki *inverting* op-amp. Sedangkan untuk mode *non inverting*, V_{in} berada pada kaki *non-inverting* op-amp.

Dalam pengoperasiannya, komparator mode *inverting* mempunyai sebuah keluaran konstan yang bernilai '*low*' saat V_{in} lebih besar dari V_{ref} dan "*high*" saat V_{in} lebih kecil dari V_{ref} , sedangkan untuk komparator mode *non-inverting* adalah

sebaliknya. Nilai *low* dan *high* tersebut akan ditentukan oleh desain dari komparator itu sendiri. Keadaan *output* ini disebut sebagai karakteristik *output* komparator.



Gambar 2.5 Rangkaian komparator mode inverting

Kerja dari komparator hanya membandingkan V_{in} dengan V_{ref} . Dengan mengatur V_{ref} , kita sudah mengatur kepekaan sensor terhadap perubahan tingkat intensitas cahaya yang terjadi, dimana semakin rendah tegangan referensinya semakin sensitif komparator terhadap perubahan tegangan masukan yang diakibatkan oleh perubahan intensitas cahaya.

2.2.7 Mikrokontroler AT89S51

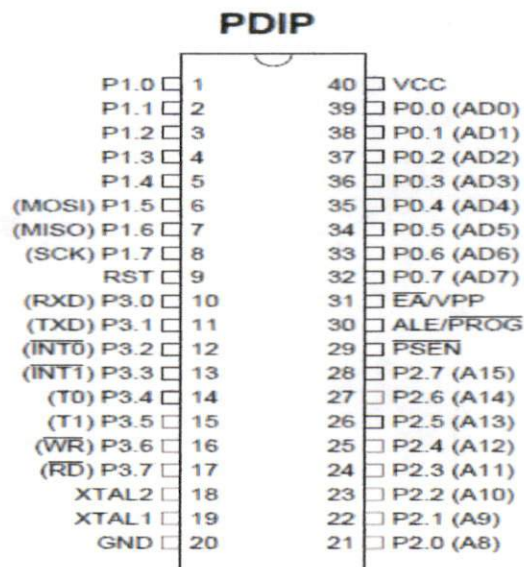
Mikrokontroler tipe AT89S51 merupakan mikrokontroler keluarga MCS-51 dengan konfigurasi yang sama persis dengan AT89C51 yang cukup terkenal, hanya saja AT89S51 mempunyai fitur ISP (*In-System Programmable Flash Memory*). Fitur ini memungkinkan mikrokontroler dapat diprogram langsung dalam suatu sistem elektronik tanpa melalui *Programmer Board* atau *Downloader Board*. Mikrokontroler dapat diprogram langsung melalui kabel ISP yang dihubungkan dengan *paralel port* pada suatu *Personal Computer*.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki beberapa fitur sebagai berikut :

1. Terdiri dari sebuah CPU (*Central Processing Unit*) 8 bit yang termasuk keluarga MCS51.

2. Osilator internal dan rangkaian pewaktu, RAM internal 128 byte (*on chip*).
3. Empat buah *Programmable port* I/O, masing-masing terdiri atas 8 jalur I/O.
4. Dua buah *Timer Counter* 16 bit.
5. Lima buah jalur interupsi (2 interupsi eksternal dan 3 interupsi internal)
6. Sebuah *port* serial dengan kontrol serial *full duplex* UART.
7. Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian dan operasi Boolean.
8. Kecepatan pelaksanaan instruksi per siklusnya 1 μ s pada frekuensi *clock* 12 MHz.
9. *Flash ROM* 4 Kbytes yang dapat diisi dan dihapus sampai 1000 kali.
10. *In-System Programmable Flash Memory*.

Dengan keistimewaan diatas, pembuatan alat menggunakan AT89S51 menjadi lebih sederhana. Selain itu, tidak memerlukan IC pendukung yang banyak, sehingga lebih ekonomis dari segi perangkat keras. Adapun susunan pin mikrokontroler AT89S51 diperlihatkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin AT89S51 (Sumber : Atmel AT89S51 Datasheet)

Mikrokontroler AT89S51 memiliki pin berjumlah 40 dan umumnya dikemas dalam DIP (*Dual Inline Package*). Masing-masing pin pada mikrokontroler AT89S51 mempunyai kegunaan sebagai berikut :

1. *Port 0* merupakan *port* paralel 8 bit dua arah. Posisi *Low Signifikan Bit* (LSB) terletak pada pin 39 dan *Most Signifikan Bit* (MSB) terletak pada pin 32.
2. *Port 1* merupakan *port* paralel 8 bit dua arah. Posisi LSB terletak pada pin 1 dan MSB terletak pada pin 8.
3. *Port 2* merupakan *port* paralel 8 bit dua arah. *Port* ini mengirim *byte* alamat bila dilakukan pengaksesan memori eksternal. LSB terletak pada pin 21 dan MSB terletak pada pin 28.
4. *Port 3* merupakan *port* paralel 8 bit dua arah. LSB terletak pada pin 10 dan MSB terletak pada pin 17. *Port* ini mempunyai beberapa fungsi khusus seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Fitur khusus *Port 3*

Port Pin	Fungsi Pengganti
P3.0	RXD (<i>port</i> serial input)
P3.1	TXD (<i>port</i> serial output)
P3.2	INT0 (interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (input eksternal timer 0)
P3.5	T1 (input eksternal timer 1)
P3.6	WR (<i>write strobe</i> memori data eksternal)
P3.7	WR (<i>read strobe</i> memori program eksternal)

5. RST (*reset*) pada kondisi *high* akan aktif selama dua siklus.
6. XTAL1 sebagai masukan dari rangkaian osilator.
7. XTAL2 sebagai keluaran dari rangkaian osilator.
8. GND digunakan sebagai *ground*.
9. EA/ VPP

Jika EA/VPP pada kondisi *low* maka mikrokontroler menjalankan instruksi-instruksi yang ada pada memori internal. EA terdapat pada pin 31.

10. ALE/ PROG digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
11. PSEN (*Program Store Enable*) merupakan sinyal kontrol yang mengizinkan untuk mengakses program (*code*) memori eksternal. Sinyal PSEN akan "0" (*Low*) pada tahap *fetch* (penjemputan) instruksi. PSEN akan selalu bernilai "1" (*High*) pada pembacaan program memori internal. PSEN terdapat pada pin 29.
12. VCC digunakan sebagai catu daya.

Pada mikrokontroler terdapat fitur yang disebut sebagai *timer* atau *counter*. Fitur ini merupakan seperangkat pencacah biner yang hasilnya akan disimpan dalam register tertentu dalam mikrokontroler. Penggunaan fitur ini sangat berguna sekali dalam pewaktuan dan pencacahan.

Timer atau *counter* pada mikrokontroler memiliki kemampuan pencacahan sebesar 16 *bit*. Perbedaan fungsi dari *timer* atau *counter* tergantung dari sumber sinyal yang memicu keduanya. Apabila sumber sinyal berasal dari *clock internal*

maka *timer/counter* berfungsi sebagai *timer*, sedangkan jika sumber sinyal berasal dari luar maka *timer/counter* berfungsi sebagai *counter*. Besaran waktu pada fungsi *timer* tergantung pada osilator internal yang digunakan, sedangkan jika dimanfaatkan untuk *counter* tergantung dari sinyal luar yang dimasukkan (Sudjadi, 2005).

Pewaktuan dapat dilihat dari frekuensi osilator kristal yang digunakan yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$T = \frac{1}{f} \quad (2.2)$$

Keterangan : T = perioda (s)

f = frekuensi (Hz)

Jika kristal yang digunakan memiliki frekuensi 12 MHz, maka perioda osilator yang dihasilkan adalah :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{12 \text{ MHz}}$$

$$T = 0.083 \mu s$$

Satu siklus mesin terdiri atas 6 runtun keadaan (*state*), setiap keadaan terdiri atas dua periode osilator. Sehingga setiap siklus mesin terdiri atas 12 periode osilator, maka satu siklus mesin dari frekuensi osilator di atas yaitu :

$$T = 12 \times 0.083 \mu s$$

$$T = 0.996 \mu s$$

Nilai dari perioda satu siklus mesin ini dikali dengan angka-angka yang dimasukkan pada program.

2.2.8 Pemograman Bahasa C

Bahasa C dikembangkan di Laboratorium Bell (USA) sekitar tahun 1972 oleh Dennis Ritchie yang adalah seorang pakar pemograman. Bahasa C adalah *compiler* untuk membuat aplikasi yang umum dan juga merupakan bahasa tingkat menengah yang sering digunakan untuk membuat aplikasi *interfacing* komputer maupun mikrokontroler. Bahasa ini dikategorikan sebagai bahasa tingkat menengah karena terkadang kita perlu mengetahui juga Bahasa *Assembly* untuk pemograman yang berhubungan dengan perangkat keras atau peralatan komputer. Bahasa *Assembly* dapat disisipkan ke bahasa C untuk keperluan pemograman perangkat keras komputer menggunakan perintah *asm*.

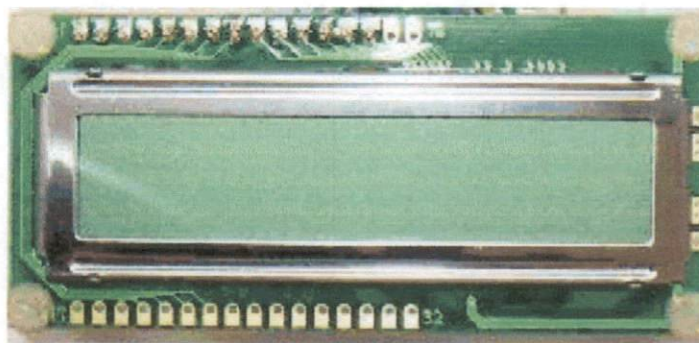
Aturan pemograman bahasa C standar mencakup hal-hal sebagai berikut :

1. Sebagai konversi, program ditulis dengan menggunakan huruf kecil.
2. Tanda titik-koma “;” digunakan untuk memisahkan dua pernyataan yang dapat dijalankan.
3. Tanda kurung-kurawal “{“ dan “}” digunakan untuk mengelompokkan unit-unit eksekusi dari fungsi-fungsi maupun pernyataan pengendali.
4. Fungsi dan variabel memerlukan deklarasi tipe data.
5. Kata kunci (*reserved words*) tidak dapat digunakan sebagai pengenal (*identifiers*), seperti nama fungsi atau nama variabel.
6. Komentar yang terdiri dari satu baris atau lebih dituliskan diantara tanda “/*” dan “*/”. Komentar yang terdiri dari satu baris dapat dituliskan setelah tanda “//”.

2.2.9 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. Modul LCD sangat banyak macamnya baik ditinjau dari perusahaan pembuatnya maupun dari ukurannya. Pada umumnya LCD dibuat sudah menjadi satu dengan penghasil karakter (*character generator*) dan sistem pengaturnya (*system controller*). Walaupun berbeda-beda perusahaan pembuatnya maupun ukurannya tetapi pada dasarnya sistem pengaturannya memiliki standar yang sama. Pengaturan LCD dapat dilakukan dengan menggunakan 4 atau 8 jalur data, keuntungan menggunakan 4 jalur data adalah menghemat jalur data tetapi akan memakan 2 kali memori program.

LCD yang paling banyak digunakan saat ini ialah LCD M1632 *refurbish* (Gambar 2.7) karena harganya lebih ekonomis. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.



Gambar 2.7 Modul LCD Karakter 2x16

Fungsi masing-masing pin dari modul LCD M1632 dapat dilihat dari Tabel 2.2

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin M1632

No	Simbol	Fungsi
1	V _{SS}	Ground
2	V _{DD}	Masukan power +5V
3	V _{LCD}	Tegangan masukan pengontrol kontras layar LCD
4	RS	Pemilihan pengiriman data atau instruksi
5	R/ $\overline{W}$	Pin masukan baca dan tulis
6	E	Enable Clock LCD, logika 1 pada pin ini diberikan pada saat penulisan dan pembacaan data
7-14	D0-D7	Jalur data
15	A	Untuk tegangan positif Backlight modul LCD
16	K	GND

Peta *memory* pada LCD 2X16 karakter adalah sebagai berikut :

Display	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Baris 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
Baris 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	50

Jadi jika ingin menulis pada baris 1 kolom 0 maka nilai A menjadi 0 dan perintahnya menjadi 0x80, sedangkan untuk baris 2 kolom 0 perintah menjadi 0xC0 atau dapat dinyatakan dengan,

$$\text{Posisi} = 0x80 + \text{alamat posisi}$$

Fungsi-fungsi penting yang akan digunakan dalam pengaksesan LCD adalah :

1. Fungsi *winst*

adalah fungsi yang digunakan untuk menulis perintah ke LCD

Fungsi tersebut adalah sebagai berikut :

```

void winst (unsigned char dt)
{
    P2_5 = 0; //RS logika low (data sebagai perintah)
    P1 = dt;  //kirirkan data melalui P1
    P2_7 = 1; //set EN high (data dimasukkan ke LCD)
    delay(100); //beri tundaan
    P2_7 = 0; //set EN low
    delay(10); //beri tundaan
}

```

Gambar 2.8 Fungsi *winst*

Cara menggunakan fungsi *winst* adalah dengan menggunakan kode `winst(perintah);`

2. Fungsi *wdata*

adalah fungsi untuk memasukkan data karakter (huruf/angka) ke LCD dalam format standar karakter LCD.

Fungsi *wdata* adalah sebagai berikut :

```

void wdata (unsigned char dt)
{
    P2_5 = 1; //RS logika high
    P1 = dt;  //kirirkan data
    P2_7 = 1; //aktifkan EN
    delay (100) //beri tundaan
    P2_7 = 0; //atur EN low
    delay(10); //beri tundaan
}

```

Gambar 2.9 Fungsi *wdata*

Sebelum menampilkan karakter pada LCD, maka perlu terlebih dahulu melakukan inisialisasi, meliputi penentuan panjang data, jenis *font*, pengaturan *increment* atau *decrement*, pengaturan *display* dan kursor serta membersihkan layar.

BAB III

METODE PENELITIAN

Perancangan sistem pendeteksi gejala awal *tsunami* berdasarkan laju surut rata-rata air laut ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu rancang perangkat keras (*hardware*) dan rancang perangkat lunak (*software*). Sistem perangkat kerasnya terdiri dari rangkaian catu daya, rangkaian sensor, rangkaian sistem minimum mikrokontroler, rangkaian penampil LCD dan rangkaian alarm. Bagian rancang perangkat lunak menggunakan bahasa C.

3.1 Alat dan Komponen Yang Digunakan

Dalam penelitian ini ada beberapa komponen umum yang digunakan diantaranya :

1. Solder dan pencabut timah.

Solder digunakan untuk melarutkan timah dan pencabut timah untuk mengeluarkan timah jika terjadi kesalahan.

2. Timah.

Timah digunakan sebagai perekat komponen pada PCB.

3. Papan rangkaian (*breadboard*) dan PCB (*printed circuit board*).

Digunakan untuk merangkai rangkaian.

4. Bor.

Digunakan untuk melubangi PCB.

5. FeCl_3 .

Digunakan untuk melarutkan papan PCB.

6. *Multimeter* digital dan analog.

Untuk mengukur besaran listrik seperti tegangan, arus dan resistansi.

7. PC (*Personal Computer*).

Digunakan untuk mengetik dan menjalankan program yang akan dipindahkan ke mikrokontroler AT89S51.

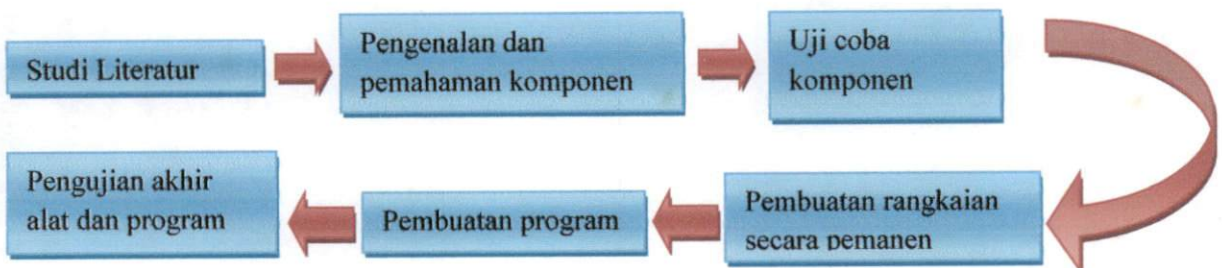
8. Pipa PVC dan Lem PVC

Pipa PVC digunakan untuk pelindung sensor dari gelombang dan pelindung kabel dari air laut dan lem PVC untuk perekat pipa.

3.2 Tata Laksana Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, diantaranya :

1. Pengumpulan bahan penelitian melalui tinjauan pustaka dan internet.
2. Pengenalan dan pemahaman fungsi dari masing-masing komponen yang digunakan untuk membuat rancang bangun alat tersebut.
3. Tahap uji coba untuk merangkai komponen pada papan *breadboard*.
4. Perancangan tata letak komponen pada PCB cetak dan dilanjutkan dengan perangkaian dan penyolderan komponen.
5. Pembuatan dan penanaman perangkat lunak pada mikrokontroler.
6. Pengujian akhir meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.



Gambar 3.1 Diagram alir tata laksana penelitian

3.3 Rancang Bangun Perangkat Keras (*hardware*)

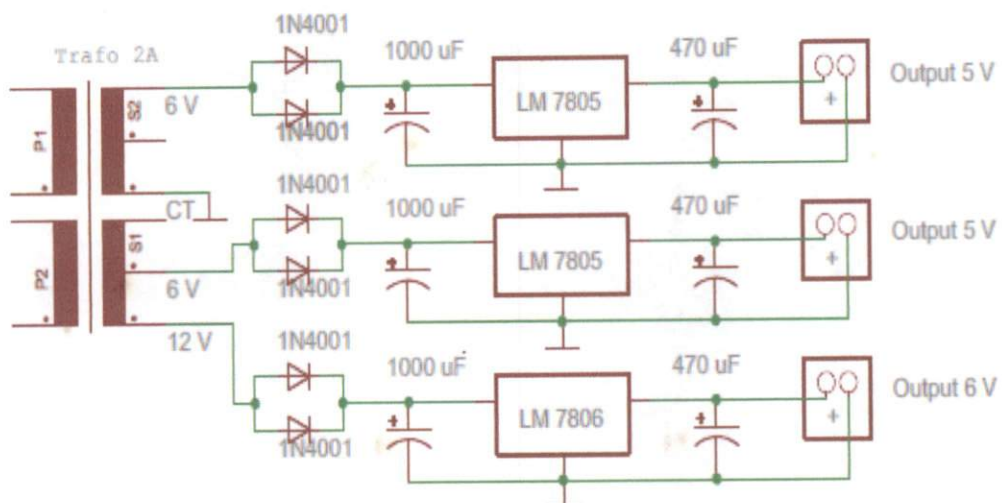
Rancang bangun sistem *hardware* terdiri dari:

- Perancangan catu daya 5V dan 6 V.
- Perancangan sistem sensor.
- Perancangan rangkain minimum untuk mikrokontroler.
- Perancangan rangkaian minimum untuk LCD.
- Perancangan rangkaian alarm.

3.3.1 Rangkaian Catu Daya

Catu daya yang digunakan pada penelitian ini adalah catu daya 5 volt dan 6 volt. Catu daya 5 volt digunakan untuk rangkaian sistem sensor, rangkaian mikrokontroler, dan rangkaian LCD. Sedangkan catu daya 6 volt digunakan untuk rangkaian alarm.

Diagram rangkaian skematik catu daya 5 dan 6 Volt dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian catu daya 5 V dan 6 V

Komponen yang digunakan untuk merancang rangkaian catu daya adalah sebagai berikut :

- | | |
|---|----------|
| 1. Transformator <i>stepdown</i> 220 V, 2 A | : 1 buah |
| 2. Dioda tipe 1N4001, 1 A | : 6 buah |
| 3. Kapasitor 470 μ F, 25 V | : 3 buah |
| 4. Kapasitor 1000 μ F, 25 V | : 3 buah |
| 5. IC regulator LM 7805 | : 2 buah |
| 6. IC regulator LM 7806 | : 1 buah |

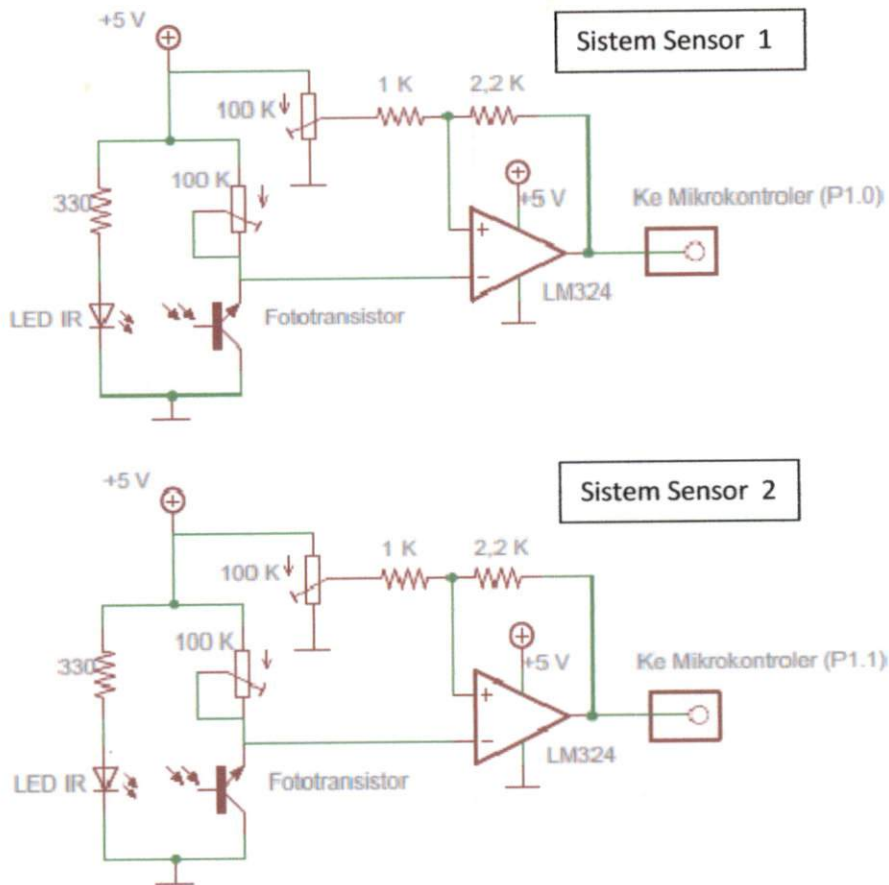
3.3.2 Rangkaian Sistem Sensor

Rangkaian sistem sensor pada penelitian ini terdiri dari rangkaian sensor dan rangkaian komparator. Rangkaian sensor terdiri dari dua buah LED inframerah dan fototransistor. LED inframerah sebagai sumber cahaya dan fototransistor mengkonversi cahaya menjadi tegangan. Sedangkan rangkaian komparatornya merupakan mode inverting dengan penguatan sebesar 2,2 kali.

Dalam pembuatan rangkaian sistem sensor, komponen yang digunakan adalah sebagai berikut :

- | | |
|----------------------------|----------|
| 1. Fototransistor | : 2 buah |
| 2. LED inframerah | : 2 buah |
| 3. Resistor 1 k Ω | : 2 buah |
| 4. Resistor 2,2 k Ω | : 2 buah |
| 5. Resistor Variabel 100 K | : 4 buah |
| 6. LM324 | : 2 buah |

Gambar rangkaian sistem sensornya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian sistem sensor

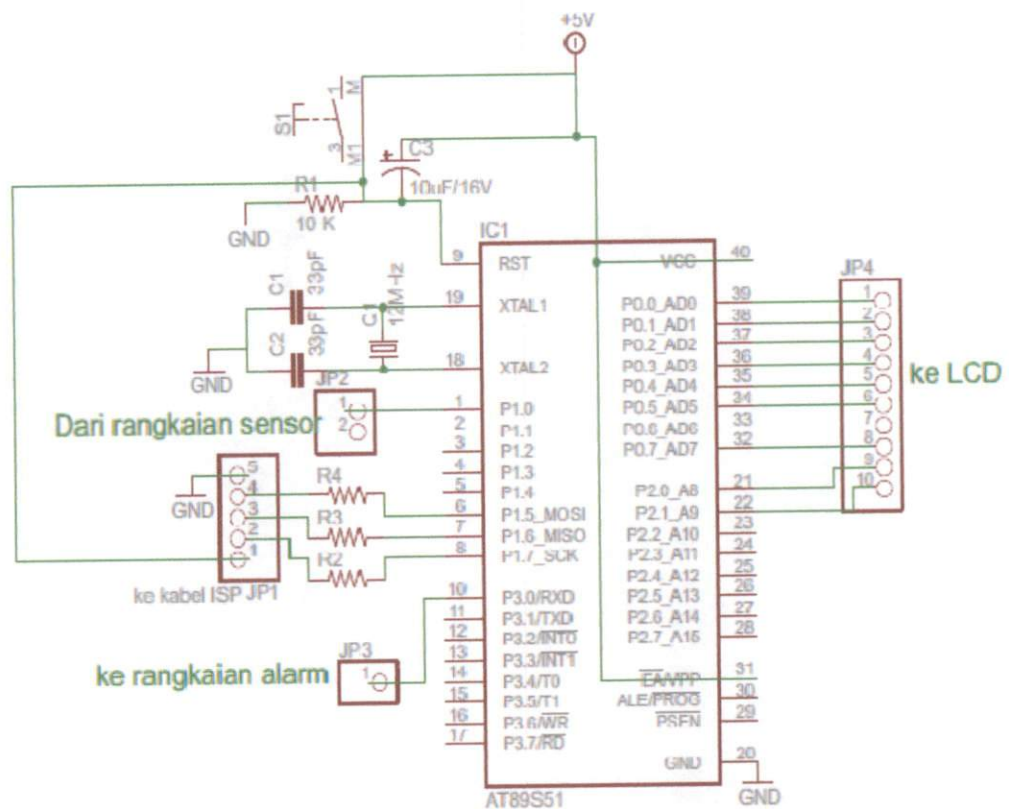
3.3.3 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S51

Rangkaian sistem minimum AT89S51 ini digunakan sebagai pengontrol. Komponen yang digunakan untuk merancang rangkaian sistem minimum mikrokontroler adalah sebagai berikut :

1. IC & soket mikrokontroler *AT89S51* : 1 buah
2. Kristal *quartz* 12 MHz : 1 buah
3. Kapasitor 33 pF : 2 buah
4. Kapasitor 10μF, 16 V : 1 buah
5. Resistor 10 kΩ, 1 kΩ : 1 buah

- | | |
|--------------------------|----------|
| 6. Tombol <i>Reset</i> | : 1 buah |
| 7. <i>Pin head 4 pin</i> | : 2 buah |
| 8. <i>Pin head 2 pin</i> | : 2 buah |
| 9. LED indikator | : 1 buah |

Gambar sistem minimum AT89S51 dapat dilihat pada Gambar 3.4

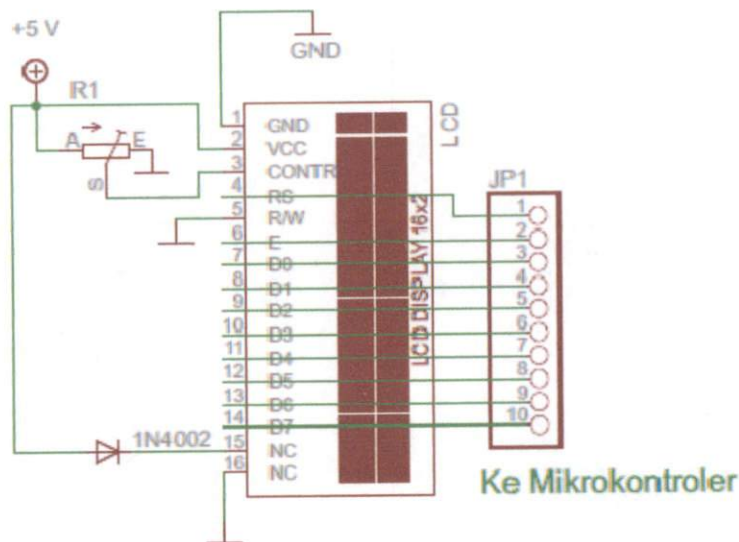


Gambar 3.4 Rangkaian sistem minimum mikrokontroler AT89S51

3.3.4 Rangkaian Sistem Minimum Penampil LCD 2 x 16 Karakter

Rangkaian LCD berguna untuk menampilkan hasil pengukuran laju surut rata-rata air laut yang didapat dari sensor fototransistor dan menampilkan kondisi laju surut rata-rata air tersebut, apakah dalam kondisi normal atau berpotensi terjadi *tsunami*.

Skema rangkaianannya dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Rangkaian sistem minimum LCD 2x16 karakter

Komponen yang digunakan untuk merancang rangkaian sistem minimum LCD adalah sebagai berikut :

1. Modul LCD 2 x16 karakter : 1 buah
2. Potensiometer (Resistor variabel) : 1 buah
3. Dioda 1N4002 : 1 buah

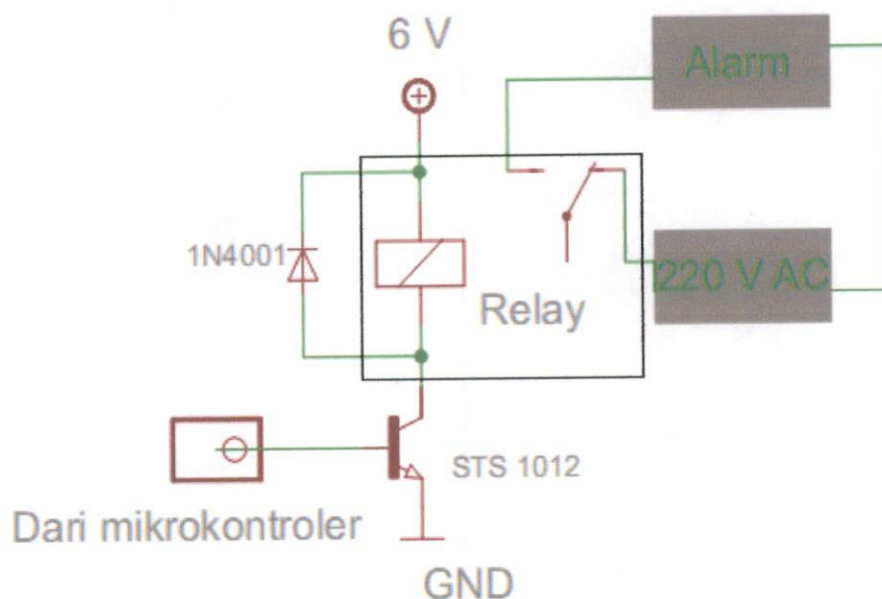
3.3.5 Rangkaian Alarm

Rangkaian alarm ini berfungsi sebagai peringatan kepada petugas ataupun masyarakat ketika laju surut rata-rata air laut sama dengan laju surut rata-rata *tsunami*. Rangkaian ini menggunakan relay 6 V yang berfungsi sebagai saklar otomatis. Pada rangkaian ini juga dilengkapi dengan sebuah dioda yang bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari *on* ke *off* agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

Komponen yang digunakan untuk merancang rangkaian alarm adalah sebagai berikut :

- | | |
|------------------------------|----------|
| 1. Alarm | : 1 buah |
| 2. Transistor NPN (STS 1012) | : 1 buah |
| 3. Dioda 1N4001 | : 1 buah |
| 4. Relay 6 V | : 1 buah |

Rangkaiannya seperti Gambar 3.6



Gambar 3.6 Rangkaian alarm

3.3.6 Pengujian Blok Rangkaian pada *Breadboard*

Pengujian blok rangkaian pada *breadboard* dilakukan untuk memastikan blok rangkaian yang dirancang dapat digunakan. Pengujian dengan *breadboard* memungkinkan rangkaian diubah (diganti, ditambah, dikurangi, ataupun divariasikan) dengan mudah tanpa menggunakan solder, sehingga resiko kerusakan komponen akibat panas (ketika menggunakan solder) dapat dihindari.

3.3.7 Perancangan dan Pembuatan PCB

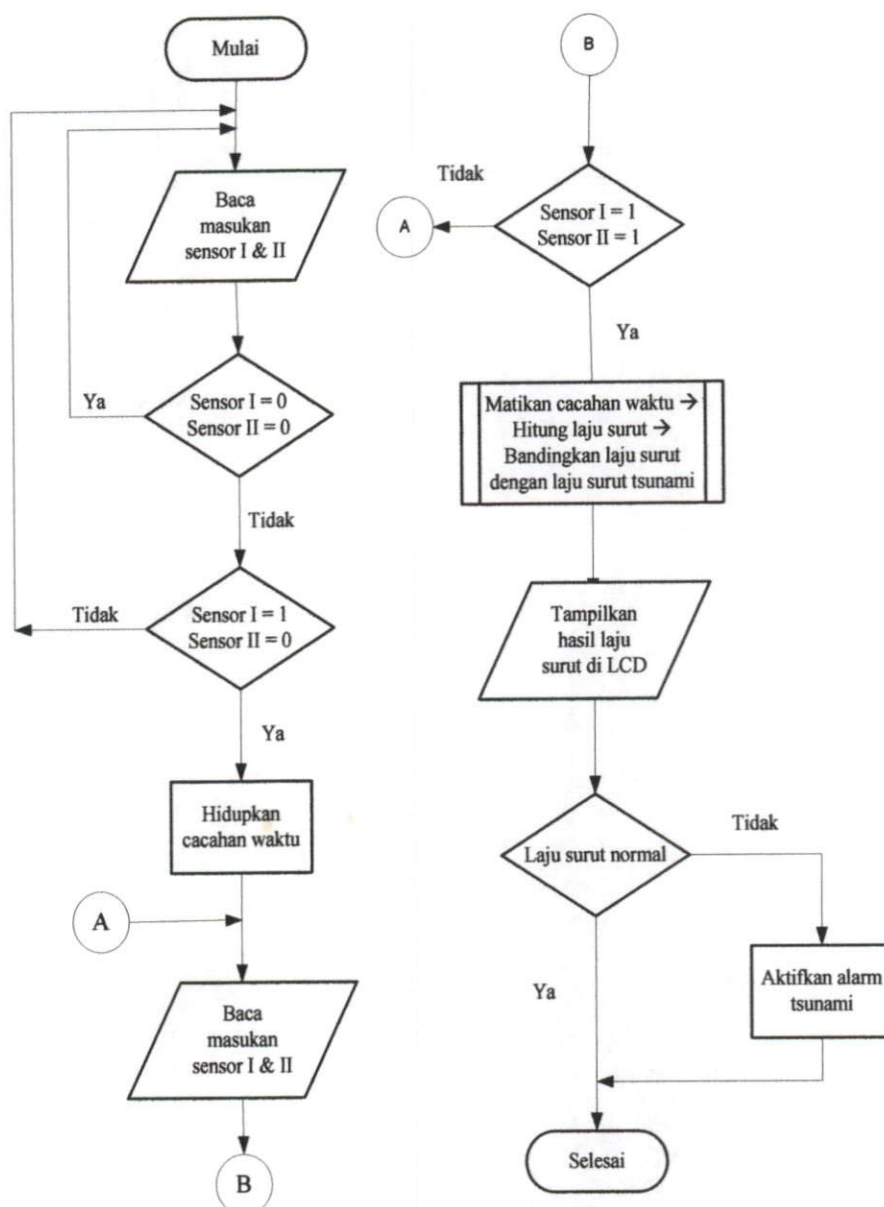
PCB (*Printed Circuit Board*) merupakan papan rangkaian dengan jalur-jalur konduktor dari bahan tembaga yang tercetak pada papan tersebut. Secara sederhana, perancangan dan pembuatannya dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Gambar tata letak (*layout*) komponen rangkaian serta jalur-jalur penghubungnya dirancang dengan menggunakan *software Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor)*, dicetak (*printed*) dan kemudian di-*fotocopy* ke plastik transparan.
2. Bagian atas plastik (bagian yang licin) dilapisi dengan beberapa helai kertas, lalu disetrika sampai tinta fotokopi yang terdapat pada plastik benar-benar menempel/melekat pada permukaan lapisan tembaga PCB.
3. Tunggu beberapa saat sampai PCB yang masih berlapis kertas dan plastik dingin seperti semula, lepaskan dan periksa. Jika ada jalur yang putus, maka jalur tersebut disambung dengan menggunakan spidol khusus PCB.
4. Celupkan PCB ke dalam bejana plastik berisi larutan feriklorida (FeCl_3) yang telah dicampur dengan air hangat secukupnya, endapkan beberapa menit dan bersihkan.
5. Selanjutnya pemeriksaan terhadap jalur-jalur konduktor (*layout*) dengan menggunakan *buzzer* multimeter. Jika masih ada jalur yang terputus, maka jalur itu disambungkan dengan timah.
6. PCB dilubangi dan kemudian dilakukan perakitan sesuai tempat-tempat tertentu (kaki-kaki komponen), sesuai gambar rangkaian (*layout*).

3.4 Rancang Bangun Perangkat Lunak (Software)

3.4.1 Diagram Alir

Diagram alir perangkat lunak pada mikrokontroler AT89S51 untuk menampilkan laju surut rata-rata air laut, bahaya *tsunami* dan menghidupkan alarm seperti yang dapat terlihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Diagram alir program sistem pendeteksi gejala awal *tsunami* berdasarkan laju surut rata-rata air laut.

3.4.2 Program

Perancangan program untuk mikrokontroler pada penelitian ini menggunakan bahasa C. Penulisan program tersebut menggunakan *software* MIDE51. Hasil perancangan program menggunakan bahasa C disimpan dalam data berekstensi *”*.c”*. Hasil ini tidak dapat langsung dipakai untuk ditanamkan pada mikrokontroler. Tetapi, harus dikonversi dulu menjadi data heksadesimal yang berekstensi *”*.hex”*. Untuk mengkonversinya dapat dilakukan dengan mengklik *build* pada *software* MIDE51.

Dalam program sistem detektor gejala awal *tsunami* ini, awalnya akan dilakukan inialisasi mikrokontroler agar mengaktifkan fasilitas *timer*. *Timer* digunakan untuk melakukan penghitungan waktu. Pada dasarnya sistem detektor gejala awal *tsunami* ini bekerja berdasarkan pencacahan waktu. *Timer* yang melakukan pencacahan waktu akan aktif atau tidak, jika logika keputusan yang dibuat sesuai dengan kondisi eksternal. Dalam hal ini, perubahan level muka air merupakan pemicu sensor untuk mengirimkan sinyal pada mikrokontroler yang pada akhirnya memicu *timer* untuk aktif atau tidak aktif.

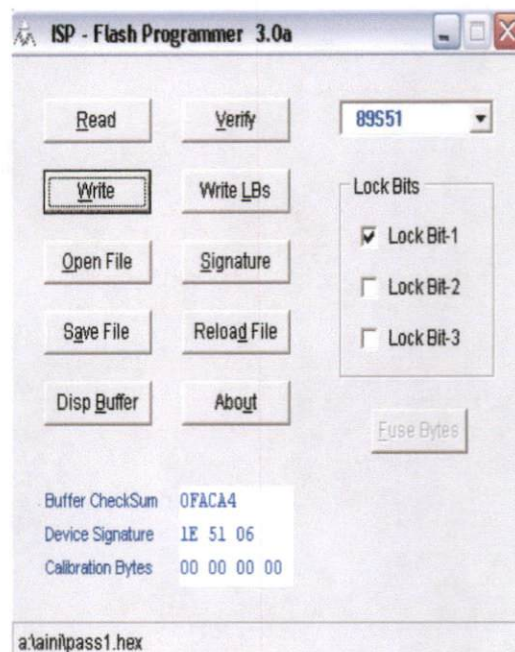
Dalam penelitian ini, *timer* akan dipicu dari sinyal masukan sensor dari kaki P1.0 dan P1.1 mikrokontroler. Mikrokontroler yang telah ditanamkan program akan melakukan analisa berdasarkan kondisi eksternal untuk bertindak sesuai logika yang dibuat dalam program. Salah satu logika yang penulis masukkan dalam program ini adalah besarnya nilai laju surut rata-rata air laut dalam berbagai kondisi (kondisi *tsunami* dan pasang surut normal). Logika ini merupakan sumber yang sangat penting bagi mikrokontroler dalam pengambilan

keputusan. Salah satu dari logika ini akan dijalankan oleh mikrokontroler untuk mengontrol aktuator yang berupa LCD dan alarm. Dalam sistem ini, program akan mengontrol LCD melalui kaki-kaki P.0 dan alarm melalui kaki P.3.0. Untuk susunan program lebih lengkapnya diperlihatkan pada Lampiran B.

3.4.3 Menanamkan Program ke Mikrokontroler AT89S51

Untuk menanamkan program ini penulis melakukan *interfacing* mikrokontroler-komputer (PC) menggunakan perangkat lunak yaitu *ISP-Flash Programmer 3.0a*. Berikut adalah cara menanamkan program dalam mikrokontroler :

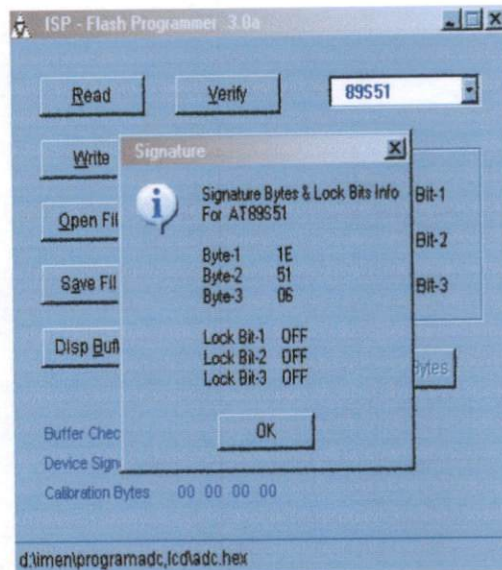
1. *Chip* mikrokontroler dipasang pada rangkaian sistem minimum yang telah dibuat. Kemudian dihubungkan rangkaian pada komputer dengan menggunakan kabel DB 25 atau *port printer* dan tegangan 5 V.



Gambar 3.8 Tampilan awal software AEC-ISP

2. Tentukan tipe mikrokontroler yang digunakan dengan memilih tipe mikrokontroler misalnya menggunakan mikrokontroler tipe AT89S51.

3. Klik tombol *signature* untuk menandai apakah rangkaian kita sudah terhubung atau belum dengan komputer.



Gambar 3.9 Tanda mikrokontroler telah terhubung dengan PC

4. Setelah rangkaian terhubung dengan baik, kemudian klik tombol *open file* untuk memilih program mana yang akan ditanamkan ke *chip* mikrokontroler. Secara *default software* akan menampilkan program dengan *file* berekstensi **.Hex*, ini dikarenakan mikrokontroler hanya mengenal bilangan ini.
5. Kemudian tombol *write* kita klik untuk menuliskan program ke mikrokontroler hingga muncul kotak *verify ok*.

3.5 Cara Kerja Alat

Dua buah sensor yang dipasang secara vertikal pada jarak tertentu, bekerja berdasarkan medium yang dilewatinya yaitu medium udara dan medium air laut. Ketika medium pada sensor pertama adalah udara, maka *timer* pada mikrokontroler akan aktif dan mulai mencacah waktu. *Timer* akan berhenti mencacah waktu ketika medium pada sensor kedua adalah udara sehingga

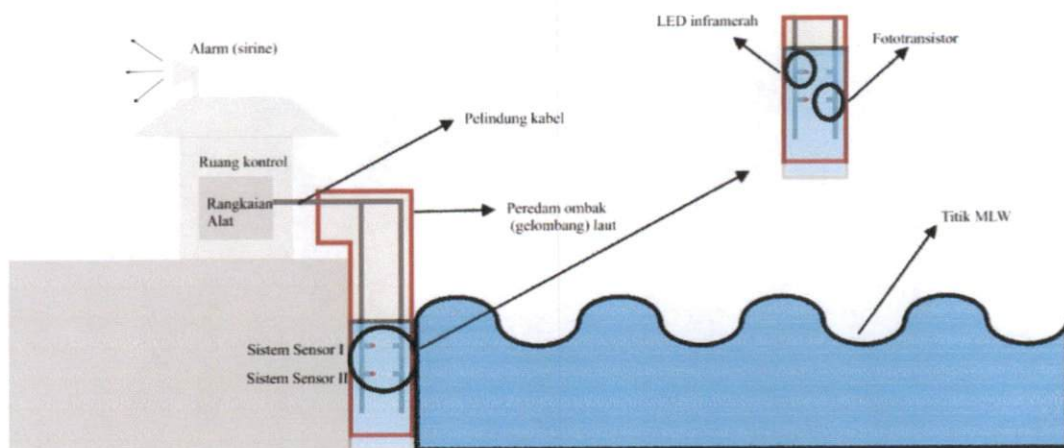
didapatkan perubahan waktunya (Δt). Kemudian mikrokontroler akan memproses perhitungan laju surut rata-rata air laut.

Laju surut rata-rata yang didapatkan kemudian diproses kembali oleh mikrokontroler untuk menentukan apakah laju surut rata-rata air laut tersebut normal atau indikasi *tsunami*. Hasilnya akan ditampilkan pada LCD dan mikrokontroler akan mengaktifkan alarm jika laju surut rata-rata air laut merupakan laju surut rata-rata *tsunami*.

3.6 Pengujian Alat

Pada tahap awal, alat akan diuji secara parsial (per blok rangkaian). Setelah itu, alat akan diuji secara keseluruhan dengan cara memasang alat ditepi pantai. Dalam pengujian ini akan dilihat pengaruh gelombang laut terhadap alat dan besarnya laju surut rata-rata air laut pada waktu tertentu. Sedangkan untuk pengujian laju surut rata-rata air laut akibat *tsunami* dilakukan simulasi surut air menggunakan sebuah ember yang diisi air. Sistem sensor diletakkan didalam ember tersebut. Pada dinding bagian bawah ember tersebut dibuat kran untuk mengeluarkan air. Ketika kran dibuka, maka permukaan air akan berubah secara vertikal yang mana hal ini menggambarkan surutnya air laut. Laju surut rata-rata air tersebut diatur sebanding dengan laju surut rata-rata akibat *tsunami* dengan cara membuat banyak kran pada ember tersebut sehingga laju surut rata-rata air tersebut sebanding dengan laju surut rata-rata *tsunami*. Ketika laju surut rata-rata air merupakan laju surut rata-rata akibat *tsunami*, maka alarm *tsunami* akan diaktifkan.

Rancangan pemasangan sistem detektor gejala awal *tsunami* ini di tepi pantai dapat digambarkan seperti Gambar 3.10



Gambar 3.10 Rancangan pemasangan alat

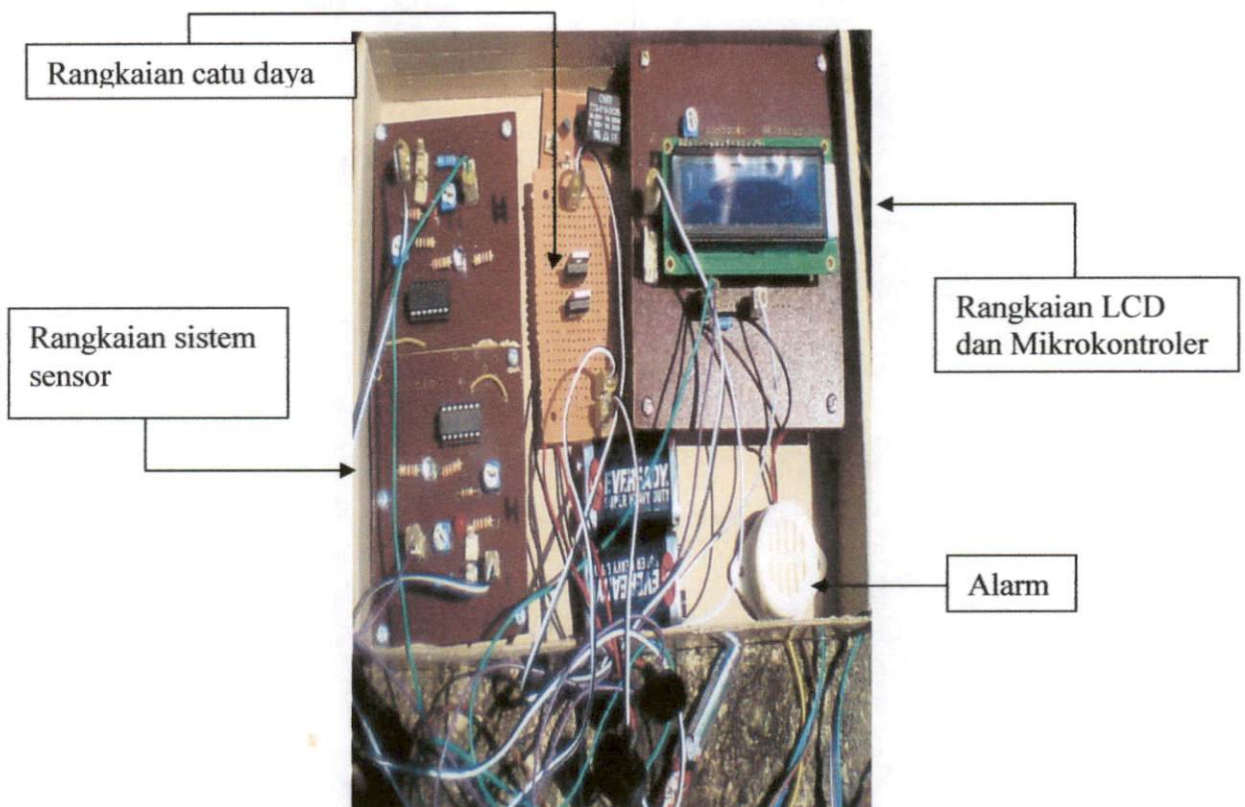
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

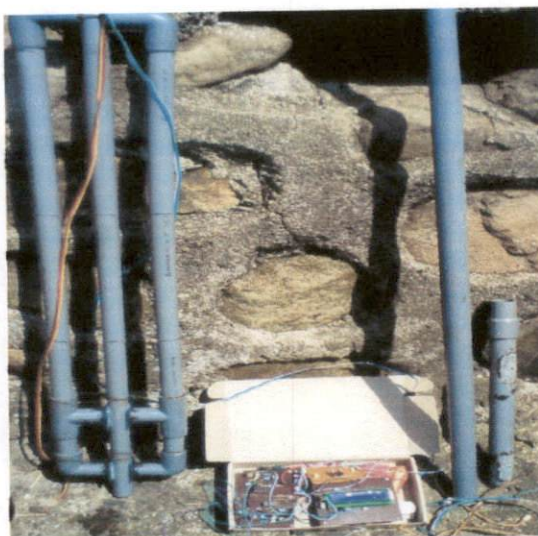
Pada BAB III telah dijelaskan tentang rancang bangun dan cara kerja alat ini. Selanjutnya akan dijelaskan hasil pengujian alat beserta pembahasannya.

4.1 Pengujian perangkat keras

Pengujian perangkat keras terdiri dari beberapa tahap yang dilakukan agar alat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian yang dilakukan terhadap perangkat keras meliputi karakterisasi sensor, pengujian masing-masing blok rangkaian dan pengujian terhadap gabungan dari beberapa blok rangkaian.



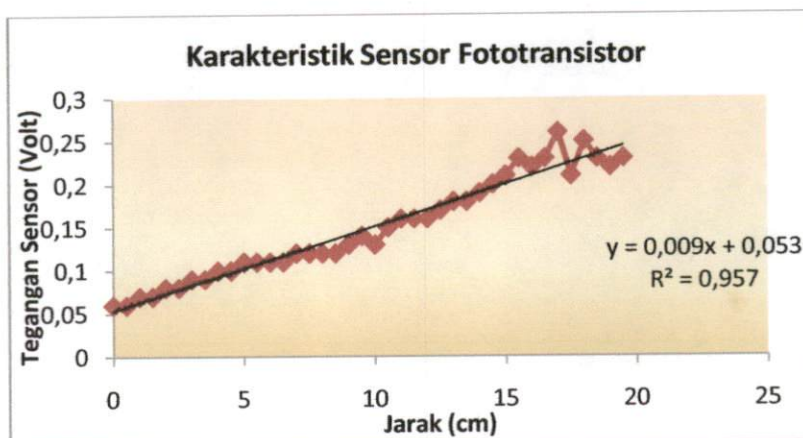
Gambar 4.1 Perangkat keras per blok rangkaian



Gambar 4.2 Alat ukur secara keseluruhan

4.1.1 Karakteristik Sensor Terhadap Jarak

Sensor fototransistor dikarakteristik dengan cara memberikan cahaya pada fototransistor dan memvariasikan jarak antara sumber cahaya dengan sensor fototransistor. Dalam penelitian ini sumber cahayanya berupa LED inframerah. Data yang diperoleh dari pengukuran adalah data tegangan. Saat pengambilan data, variasi jarak dilakukan dengan menggeser posisi LED inframerah, sementara sensor fototransistor dibiarkan tetap. Data pengukuran akan diplot dalam bentuk grafik tegangan terhadap jarak, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Karakteristik sensor fototransistor

Dari grafik hubungan antara tegangan sensor dengan jarak sensor diperoleh persamaan $y = 0,009x + 0,053$ dengan y adalah jarak (cm) dan x adalah tegangan (volt). Fungsi tersebut memperlihatkan bahwa tegangan keluaran sensor fototransistor sebanding dengan jarak sensor. Hal ini ditunjukkan dengan derajat korelasi linier grafik yang cukup baik, yaitu $R^2 = 0,957$.

Dari grafik terlihat bahwa sensor fototransistor dapat bekerja dengan baik sampai jarak maksimal 18 cm. Ketika jarak sensor fototransistor dan LED inframerah sangat dekat, terjadi perubahan tegangan sensor yang sangat kecil atau tidak kontras. Selanjutnya, ketika jarak sensor fototransistor dan LED inframerah diatas 18 cm, terjadi perubahan tegangan sensor yang cukup kontras. Data hasil pengukuran karakteristik sensor ini digunakan dalam perancangan alat dan dapat dilihat pada Lampiran A (Tabel 4.1).

4.1.2 Pengujian Sistem Sensor Tanpa Rangkaian Komparator

a. Sistem Sensor I

- Tegangan masukan V_{cc} : 4,95 V
- Tegangan fototransistor di udara : 0,07 V
- Tegangan fototransistor di air : 1,75 V

b. Sistem Sensor II

- Tegangan masukan V_{cc} : 4,95 V
- Tegangan fototransistor di udara : 0,12 V
- Tegangan fototransistor di air : 2,01 V

4.1.3 Pengujian Sistem Sensor Menggunakan Rangkaian komparator

a. Sistem Sensor I

- Tegangan fototransistor di udara : 3,41 V (logika *high*)
- Tegangan fototransistor di air : 0,13 V (logika *low*)

b. Sistem Sensor II

- Tegangan fototransistor di udara : 3,43 V (logika *high*)
- Tegangan fototransistor di air : 0,15 V (logika *low*)

4.1.4 Pengujian Sistem Minimum dan LCD

- Tegangan V_{cc} : 5 V
- Tegangan input ketika sensor di udara : 3,62 V
- Tegangan input ketika sensor di air : 0,15 V

4.1.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan terdiri dari dua bagian yaitu pengujian di laboratorium dan pengujian di laut. Pengujian di laboratorium dilakukan untuk memastikan alat bekerja dengan baik pada kondisi surut normal dan terutama pada kondisi surut gejala *tsunami*, karena pengujian surut gejala *tsunami* hanya dapat dilakukan dengan cara simulasi. Sedangkan pengujian di laut dilakukan untuk memastikan alat bekerja dengan baik pada kondisi riil di lapangan.

1. Pengujian Di Laboratorium

Pengujian di laboratorium dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran yang terbaca di LCD pada kondisi air tenang dan kondisi air yang diberi gangguan (gelombang) yang menggambarkan kondisi di lautan. Dengan menggunakan sebuah ember yang terdiri dari 4 buah kran, surut air laut

divariasikan dengan jumlah kran yang dibuka. Pengujian dilakukan dalam dua keadaan yaitu saat kondisi air tenang dan saat kondisi air bergelombang.



Gambar 4.4 Pengujian alat di laboratorium

Hasil pengukuran lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

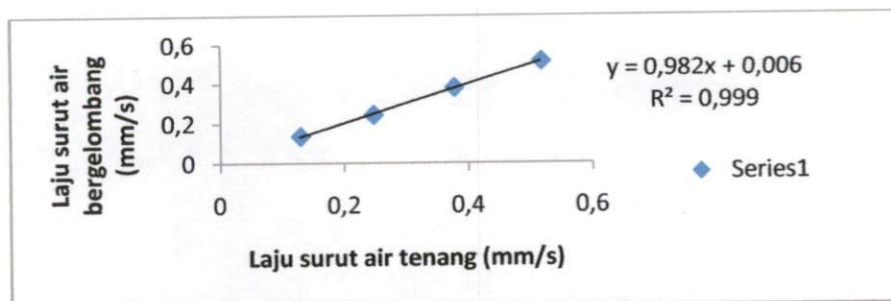
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Dengan Kondisi Air Tenang

No	Kran terbka	Laju surut rata-rata (mm/s)	Perubahan waktu (sekon)	kondisi surut	Alarm
1	Kran 1	0,136	1103	Normal	Tidak aktif
2	Kran 2	0,112	1336	Normal	Tidak aktif
3	Kran 3	0,129	1163	Normal	Tidak aktif
4	Kran 4	0,139	1079	Normal	Tidak aktif
5	Kran 1 dan 2	0,247	605	Potensi tsunami	Aktif
6	Kran 1,2 dan 3	0,377	397	Potensi tsunami	Aktif
7	Kran 1,2,3 dan 4	0,517	290	Potensi tsunami	Aktif

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Dengan Kondisi Air Bergelombang

No	Kran terbuka	Laju surut rata-rata (mm/s)	Perubahan waktu (sekon)	kondisi surut	Alarm
1	Kran 1	0,133	1121	Normal	Tidak aktif
2	Kran 2	0,112	1336	Normal	Tidak aktif
3	Kran 3	0,137	1090	Normal	Tidak aktif
4	Kran 4	0,141	1078	Normal	Tidak aktif
5	Kran 1 dan 2	0,243	616	Potensi tsunami	Aktif
6	Kran 1,2 dan 3	0,38	394	Potensi tsunami	Aktif
7	Kran 1,2,3 dan 4	0,515	291	Potensi tsunami	Aktif

Untuk perbandingan antara nilai yang terukur pada kondisi air tenang dengan kondisi air bergelombang dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Perbandingan laju surut rata-rata air laut pada kondisi tenang dengan bergelombang

Grafik di atas memperlihatkan fungsi hubungan antara laju surut rata-rata air laut pada kondisi tenang dan kondisi bergelombang adalah $y = 0,982x - 0,006$ dengan y adalah pada kondisi air bergelombang dan x adalah pada kondisi air tenang sehingga nilai $R^2 = 0,999$.

Untuk mengetahui kesalahan relatif dari sistem pengukuran ini digunakan persamaan :

$$\text{Kesalahan relatif (\%)} = \frac{\text{saat tenang} - \text{saat bergelombang}}{\text{saat tenang}} \times 100\%$$

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Laju surut rata-rata pada air tenang (mm/s)	Laju surut rata-rata pada air bergelombang (mm/s)	Kesalahan Relatif (%)
0,136	0,133	2,2
0,112	0,112	0
0,129	0,137	6,2
0,139	0,141	1,43
0,247	0,243	1,61
0,377	0,38	0,79
0,517	0,515	0,38

2. Pengujian Di Laut

Pengujian di laut dilakukan di daerah pelabuhan karena di daerah tersebut gelombang laut tidak terlalu besar dan surut air laut dapat terlihat secara vertikal. Pengujian ini dilakukan di Bungus, Teluk Kabung, pada tanggal 9 Agustus 2011 pada pukul 10 : 15 WIB. Dari pengukuran didapatkan laju surut rata-rata air laut adalah 0,043 mm/s dan alat menunjukkan bahwa laju surut tersebut merupakan laju surut air laut normal.



Gambar 4.6 Pengujian alat di laut

4.2 Pembahasan

Rancang bangun sistem detektor gejala awal *tsunami* berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan menggunakan sensor fototransistor ini bekerja berdasarkan besarnya intensitas cahaya LED inframerah yang diterima oleh fototransistor pada dua medium, yaitu medium air dan medium udara. Tegangan fototransistor pada medium udara akan berbeda dengan tegangan pada medium air. Namun perubahan tegangan ini tidak terlalu besar yaitu sekitar 1,75 V ketika sensor berada pada medium air dan 0,07 V ketika sensor berada pada medium

udara. Hal ini dipengaruhi oleh kerapatan medium yang dilalui sensor tersebut yang dalam hal ini adalah udara dan air. Semakin besar perbedaan kerapatan medium tersebut maka perubahan tegangan keluaran sensor akan semakin besar.

Perubahan tegangan ini tidak bisa dibaca oleh mikrokontroler sebagai logika *low* dan *high*, karena logika *low* berada pada level tegangan 0 – 0,8 volt dan logika *high* berada pada level tegangan 3,2 – 5,2 volt. Untuk mengatasi masalah ini maka perlu mengubah tegangan keluaran sensor agar jelas antara tegangan *high* atau *low* nya dengan suatu rangkaian pengubah analog ke digital.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan rangkaian komparator mode inverting. Rangkaian ini bisa dibangun dengan menggunakan LM324. Penulis lebih memilih LM324 daripada tipe lain karena didalamnya sudah terdapat 4 buah op-amp sehingga biaya menjadi lebih murah. Selain itu, LM324 bisa diaktifkan dengan menggunakan catu daya tunggal sehingga tidak membutuhkan banyak sumber tegangan.

Tegangan yang keluar dari rangkaian komparator sekitar 0,13 V ketika berada pada medium air dan 3,41 ketika berada pada medium udara. Sehingga tegangan yang keluar sudah bisa diproses oleh mikrokontroler yaitu sekitar 0,13 V (*low*) ketika berada pada medium air dan 3,41 V (*high*) ketika berada pada medium udara. *Timer* pada mikrokontroler akan aktif mencacah waktu ketika sensor pertama berada pada kondisi *high* yang menandakan air laut mulai surut dan akan mati ketika sensor kedua juga dalam kondisi *high*.

Pada penelitian ini, penulis memilih pipa dengan diameter 1,9 cm. Diameter pipa terkecil yang ada dipasaran adalah sebesar 1,27 cm, tapi diameter tersebut menyebabkan perancangan jarak LED inframerah sebagai udara pemancar dan fototransistor sebagai penerima menjadi sangat dekat sehingga intensitas cahaya yang dipancarkan LED infra merah menjadi sangat besar ketika ditangkap oleh fototransistor. Intensitas yang sangat besar ini menyebabkan perubahan tegangan keluaran sensor pada medium air dan medium udara menjadi sangat kecil sehingga membutuhkan rangkaian sensor yang lebih rumit agar bisa dibaca oleh mikrokontroler sebagai logika *high* dan *low*. Dengan pertimbangan itulah penulis lebih memilih pipa dengan diameter 1,9 cm yang sangat cocok dengan logika keluaran rangkaian sensor yang telah dibuat.

Jarak antara sensor pertama dengan sensor kedua adalah 15 cm. Sedangkan, berdasarkan pendekatan yang dilakukan, penulis mengasumsikan kelajuan minimum surut air laut akibat *tsunami* dapat mungkin terjadi sampai pada kelajuan 0,2 mm/detik. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi, jika terjadi *tsunami* pada kondisi nilai kelajuan di bawah nilai kelajuan minimum pasang surut *tsunami*. Jadi jika laju surut rata-rata air laut yang terdeteksi masih dibawah 0,2 mm/detik, maka laju surut rata-rata tersebut masih dianggap pada kondisi normal.

Dari data pengujian alat secara keseluruhan yang didapatkan, maka persentase kesalahan terkecil adalah 0 %. Sedangkan persentase kesalahan yang terbesar adalah 6,2 %. Dari data tersebut terlihat bahwa laju surut rata-rata air laut pada kondisi tenang dan kondisi bergelombang hampir sama. Hasil tersebut

memperlihatkan bahwa perancangan alat ini bisa mengatasi permasalahan yang terjadi pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Fuad Syukri (2009) yang hanya bisa mengukur laju surut rata-rata air laut pada kondisi air tenang.

4.2.1 Kesulitan-kesulitan Yang Dihadapi

Dalam melakukan penelitian ini penulis menghadapi beberapa kesulitan :

1. Perubahan tegangan keluaran sensor yang sangat kecil sekali antara medium udara dan medium air dan hal ini belum bisa proses oleh mikrokontroler sebagai logika *high* dan *low*.
2. Penggunaan bahasa pemrograman dengan menggunakan bahasa C yang belum pernah sebelumnya dipelajari.
3. Komponen-komponen yang digunakan sangat sensitif sehingga dibutuhkan ketelitian yang tinggi dalam penggunaannya.
4. Pembuatan desain alat agar kabel bisa terlindung oleh air dikarenakan penggunaan yang berada dalam air yang mengharuskan pengerjaan dengan ketelitian cukup tinggi.
5. Sensor yang terpasang tiba-tiba rusak atau tidak bekerja sesuai dengan yang diharapkan ketika desain alat sudah selesai. Penggantian sensor pun harus dilakukan dengan membongkar kembali desain alat yang telah dibuat dan hal ini cukup menghabiskan banyak waktu karena alat harus dirancang lagi dari awal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dan analisa yang telah dilakukan dari keseluruhan proses pembuatan tugas akhir ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem sensor yang terdiri dari LED Inframerah dan fototransistor dapat digunakan sebagai sensor untuk menghitung laju surut rata-rata air laut.
2. Jarak maksimum LED inframerah yang bisa dideteksi dengan baik oleh sensor fototransistor adalah 18 cm.
3. Kesalahan relatif maksimum pengukuran laju surut rata-rata air untuk keadaan air tenang dan air bergelombang adalah 6,2 %.
4. Laju surut rata-rata air laut yang didapatkan pada pengujian akhir alat yang dilakukan di Bungus, Teluk Kabung, pada tanggal 9 Agustus 2011 pada pukul 10:15 WIB adalah 0,043 mm/s dan alat menunjukkan laju surut tersebut merupakan laju surut air laut normal.
5. *Prototype* detektor gejala awal *tsunami* ini telah dapat membedakan laju surut rata-rata air laut normal dengan laju surut rata-rata akibat *tsunami*.
6. Pemberian tabung pelindung sensor dapat digunakan untuk meredam ombak yang mempengaruhi pembacaan pada sensor.
7. Sistem pendeteksi gejala awal *tsunami* berdasarkan laju surut air laut ini dapat digunakan di daerah pelabuhan atau dermaga dengan asumsi bahwa *tsunami* yang terjadi didahului oleh surutnya air laut secara tiba-tiba.

5.2 Saran

Untuk pengembangan alat ini selanjutnya, Penulis menyarankan beberapa hal diantaranya :

1. Sistem detektor gejala awal *tsunami* ini selain bisa ditampilkan dengan menggunakan LCD, juga bisa dihubungkan ke komputer sehingga data yang diperoleh dapat disimpan, diolah dan menjadi bahan referensi untuk selanjutnya.
2. Peralatan dapat dibuat lebih tahan lagi dengan menggunakan bahan-bahan yang lebih tahan dengan kondisi lautan.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Budiharto, W., 2004, *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Eryanto, D., 2007, *Modul Workshop Dasar – Buku Modul*, RPI, Jakarta.
- Fraden, J., 1996, *Handbook of Modern Sensors*, AIP Press, California.
- Malvino, A. P., 2004, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Salemba Teknika, Jakarta.
- Kemal, Badrul Mustafa, 2005, "*Potensi Gempa Bumi dan Tsunami di Sumatera Barat serta Peran Ahli Geofisika di Tengah-tengah Masyarakat*", Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang.
- Nelson, S.A., 2006, *Tsunami, Natural Disasters*, EENS 204, Jurnal, Tulane University.
- Putra, Agfianto Eko, 2006, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/53*, Gava Media, Yogyakarta.
- Sudjadi, 2005, *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Syukri, F., 2009, "*Rancang Bangun Pendeteksi Gejala Awal Tsunami Berdasarkan Laju Surut Air Laut*", Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang.
- Yustinar, 2008, "*Rancang-Bangun Sistem Peringatan Dini Tsunami Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dengan Sensor Fotodioda*", Tesis Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang.
- <http://atmelmikrokontroler.wordpress.com/2009/06/25/komparator-tegangan/>.
(Diakses pada tanggal 9 Agustus 2011 pukul 15.10).
- <http://www.esdm.go.id/publikasi/lainlain/doc.../491-pengenalan-tsunami.html>.
(Diakses pada 26 feb 2011 pukul 17.35).
- <http://fahmizaleeits.wordpress.com/2010/07/25/merancang-komparator-dengan-histerisis/>. (Diakses pada tanggal 9 Agustus 2011 pukul 15.05).
- http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontroller_pelatihan1.htm.com. (Diakses pada 2 maret 2011 pukul 15.58).
- <http://www.rezutopia.wordpress.com/2009/03/27/mikrokontroler-at89s51/>.
(Diakses pada 2 maret 2011 pukul 15.57).

<http://www.scribd.com/doc/50988011/komparator>. (Diakses pada 9 Agustus 2011
pukul 15.00).

Lampiran A

Hasil Karakteristik Sensor Fototransistor

Tabel 4.1 Karakteristik sensor Fototransistor

No	Jarak (cm)	Tegangan (Volt)
1	0	0,06
2	0,5	0,06
3	1	0,07
4	1,5	0,07
5	2	0,08
6	2,5	0,08
7	3	0,09
8	3,5	0,09
9	4	0,1
10	4,5	0,1
11	5	0,11
12	5,5	0,11
13	6	0,11
14	6,5	0,11
15	7	0,12
16	7,5	0,12
17	8	0,12
18	8,5	0,12
19	9	0,13
20	9,5	0,14
21	10	0,13
22	10,5	0,15
23	11	0,16
24	11,5	0,16
25	12	0,16
26	12,5	0,17
27	13	0,18
28	13,5	0,18
29	14	0,19
30	14,5	0,2
31	15	0,21

No	Jarak (cm)	Tegangan (Volt)
32	15,5	0,23
33	16	0,22
34	16,5	0,23
35	17	0,26
36	17,5	0,21
37	18	0,25
38	18,5	0,23
39	19	0,22
40	19,5	0,23
41	20	0,37
42	20,5	0,51
43	21	1,54
44	21,5	1,63
45	22	1,67
46	22,5	1,65
47	23	1,65
48	23,5	1,66
49	24	1,68
50	24,5	1,68
51	25	1,7
52	25,5	1,71
53	26	1,71
54	26,5	1,72
55	27	1,72
56	27,5	1,73
57	28	1,72
58	28,5	1,73
59	29	1,74
60	29,5	1,75
61	30	1,76

Lampiran B

Listing Program Sistem Detektor Gejala Awal Tsunami Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Dengan Sensor Fototransistor

```
#include <at89x51.h>
#define LCDRS P2_0
#define LCDEN P2_1
#define LCDBUS P0
#include "lcdangka.h"

unsigned char a,t10ms,dtk,mnt;
unsigned int t;

void duaangka(unsigned char f) // menuliskan angka dalam dua kolom
{
    unsigned char a, b;
    a = f/10;
    b = f% 10;
    tulis(a + 48);
    tulis(b + 48);
}

void Tim0_Mod0()
{
    while(!(P1_0 == 1 && P1_1 == 1)) //jika nilai P1 salah satu nol maka...
    {
        TH0 |= 0xD9;
        while(!TF0)
        {;}
        TF0 = 0;
        t10ms++;
        if (t10ms >= 100)           // jika sudah capai 1000 ms (100 * 10ms) maka
        {
            dtk++;                 // detik bertambah satu
            t10ms = 0;             // nilai t10ms dinolkan kembali
            xy(1,12); duaangka(dtk);
        }
        if (dtk >=60)              // jika sudah 60 detik
        {
            xy(1,12); duaangka(dtk);
            mnt++;                 // menit bertambah satu
            dtk = 0;               // detik dinolkan
            xy(1,9); duaangka(mnt);
        }
    }
}
```

```

    }
    }
}

void Init_Tim0_Mod0()
{
    TMOD = 0x01;
    TH0 = 0xD9; //cacahan 10 ms (10000 us)
}

void T_screen()
{
    xy(1,1); tulisstring("Detektor Tsunami");
    xy(2,1); tulisstring("by : Ade Satria");
}

void M_screen()
{
    xy(1,1); tulisstring("Waktu : "); xy(1,11); tulisstring(":");
    xy(2,1); tulisstring("V : "); xy(2,13); tulisstring("mm/s");
}

void alarm()
{
    //nada1
    {
        for (a=0;a<200;a++)
            delay(140);
        P3_0 = 0;
        delay(140);
        P3_0 = 1;
    }
    //nada2
    for (a=0;a<200;a++)
    {
        delay(120);
        P3_0 = 0;
        delay(120);
        P3_0 = 1;
    }
    //nada3
    for (a=0;a<200;a++)
    {
        delay(100);
        P3_0 = 0;
        delay(100);
    }
}

```

```

        P3_0 = 1;
    }
//nada4
    for (a=0;a<200;a++)
    {
        delay(80);
        P3_0 = 0;
        delay(80);
        P3_0 = 1;
    }
//nada5
    for (a=0;a<200;a++)
    {
        delay(60);
        P3_0 = 0;
        delay(60);
        P3_0 = 1;
    }
}

void Warning_screen()
{
    while (P1_0 == 1 && P1_1 == 1)
    {
        bersihlayar();
        xy(1,1); tulisstring("Potensi Tsunami!");
        alarm();
        xy(1,1); tulisstring(" ");
        xy(2,1); tulisstring("Evakuasi!");
        alarm();
        xy(2,1); tulisstring(" ");
    }
    if (P1_0 == 0 || P1_1 == 0)
    {
        bersihlayar();
        while (!(P1_0 == 0 && P1_1 == 0))
        {
            xy(1,1); tulisstring("Selamat");
            xy(2,1); tulisstring("Tinggal");
            if(P1_0 == 0 && P1_1 == 0)
                bersihlayar();
        }
    }
}

```



```

void eebtide_screen()
{
while (P1_0 == 1 && P1_1 == 1)
{
bersihlayar();
tunda(100);
xy(1,1); tulisstring("Pasang Surut");
xy(2,1); tulisstring("Normal");
tunda(500);
}
if (P1_0 == 0 || P1_1 == 0)
{
bersihlayar();
while (!(P1_0 == 0 && P1_1 == 0))
{
xy(1,1); tulisstring("Kembali");
xy(2,1); tulisstring("Normal");
if(P1_0 == 0 && P1_1 == 0)
bersihlayar();
}
}
}

void error_screen()
{
while (P1_0 == 1 && P1_1 == 1)
{
bersihlayar();
tunda(100);
xy(1,1); tulisstring("Kondisi Tidak");
xy(2,1); tulisstring("Terdefinisi");
tunda(100);
}
if (P1_0 == 0 || P1_1 == 0)
{
bersihlayar();
while (!(P1_0 == 0 && P1_1 == 0))
{
xy(1,1); tulisstring("Kembali");
xy(2,1); tulisstring("Normal");
if(P1_0 == 0 && P1_1 == 0)
bersihlayar();
}
}
}

```

```

void hit_kec()
{
    unsigned char V_a;
    unsigned int V,V_b;
    unsigned long X;
    t = (mnt*60)+dtk;
    X = 1500000 / t;
    if ((X >= 10000) && (X <= 1500000))
    {
        V_a = X / 10000;
        V_b = (X) - (V_a * 10000);
        if ((X >= 100000) && (X < 1500000))
        {
            xy(2,5); tulisangka(V_a); xy(2,7); tulisstring("."); xy(2,8);
            tulisangka(V_b); xy(2,9); tulisstring(" ");
        }
        else if ((X >= 10000) && (X < 100000))
        {
            xy(2,5); tulisangka(V_a); xy(2,6); tulisstring("."); xy(2,7);
            tulisangka(V_b); xy(2,8); tulisstring(" ");
        }
        else
        {
            xy(2,5); tulisangka(V_a); xy(2,8); tulisstring("."); xy(2,9);
            tulisangka(V_b);
        }
    }
    else if ((X >= 1000) && (X < 10000))
    {
        V = X / 10;
        xy(2,5); tulisstring("0."); xy(2,7); tulisangka(V);
    }
    else
    {
        V = X;
        xy(2,5); tulisstring("0.0"); xy(2,8); tulisangka(V);
    }
}

void LajuSurutLaut()
{
    if (P1_0 == 0 && P1_1 == 0)
    {
        TR0 = 0;
        dtk = 0; mnt = 0;
        T_screen();
    }
}

```

```

        if (P1_0 == 1 && P1_1 == 0)
            bersihlayar();
    }
    if (P1_0 == 1 && P1_1 == 0)
    {
        M_screen();
        TR0 = 1;
        Tim0_Mod0();
    }
    if (P1_0 == 1 && P1_1 == 1)
    {
        TR0 = 0;
        hit_kec();
        tunda(200);
        if ((t >= 1) && (t <= 750))
            Warning_screen(); //indikator tsunami
        else if (t > 750)
            eebtide_screen(); //indikator pasang surut
    }
    else
        error_screen(); //indikator error
    }

void main()
{
    inisialisasi();
    Init_Tim0_Mod0();
    while(1)
    {
        LajuSurutLaut();
    }
}

```


Lampiran C

Datasheet Komponen

1. ***Datasheet LM324***
2. ***Datasheet LED Inframerah***
3. ***Datasheet fototransistor***
4. ***Datasheet LCD 2 x 16 karakter***
5. ***Datasheet Mikrokontroler AT89S51***

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

Single Supply Quad Operational Amplifiers

The LM324 series are low-cost, quad operational amplifiers with true differential inputs. They have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. The quad amplifier can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V with quiescent currents about one-fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

- Short Circuited Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V (LM224, LM324, LM324A)
- Low Input Bias Currents: 100 nA Maximum (LM324A)
- Four Amplifiers Per Package
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Industry Standard Pinouts
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness without Affecting Device Operation

MAXIMUM RATINGS (T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

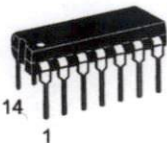
Rating	Symbol	LM224 LM324, LM324A	LM2902, LM2902V	Unit
Power Supply Voltages				Vdc
Single Supply	V _{CC}	32	26	
Split Supplies	V _{CC} , V _{EE}	±16	±13	
Input Differential Voltage Range (Note 1)	V _{IDR}	±32	±26	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	V _{ICR}	−0.3 to 32	−0.3 to 26	Vdc
Output Short Circuit Duration	t _{SC}	Continuous		
Junction Temperature	T _J	150		°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	−65 to +150		°C
Operating Ambient Temperature Range	T _A			°C
LM224		−25 to +85		
LM324, 324A		0 to +70		
LM2902			−40 to +105	
LM2902V, NCV2902			−40 to +125	

1. Split Power Supplies.



ON Semiconductor®

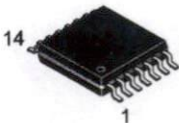
<http://onsemi.com>



PDIP-14
N SUFFIX
CASE 646

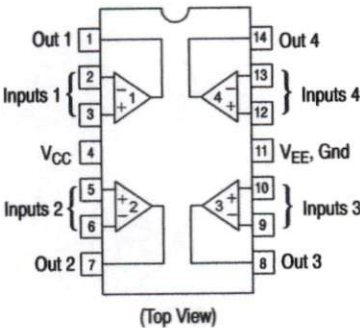


SO-14
D SUFFIX
CASE 751A



TSSOP-14
DTB SUFFIX
CASE 948G

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 9 of this data sheet.

DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 10 of this data sheet.

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $V_{EE} = \text{Gnd}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V/NCV2902			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage $V_{CC} = 5.0\text{ V to }30\text{ V}$ (26 V for LM2902, V), $V_{ICR} = 0\text{ V to }V_{CC} - 1.7\text{ V}$, $V_O = 1.4\text{ V}$, $R_S = 0\ \Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ (Note 2) $T_A = T_{\text{low}}$ (Note 2)	V_{IO}	–	2.0	5.0	–	2.0	3.0	–	2.0	7.0	–	2.0	7.0	–	2.0	7.0	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Notes 2 and 4)	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	–	7.0	–	–	7.0	30	–	7.0	–	–	7.0	–	–	7.0	–	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 2)	I_{IO}	–	3.0	30	–	5.0	30	–	5.0	50	–	5.0	50	–	5.0	50	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Notes 2 and 4)	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	–	10	–	–	10	300	–	10	–	–	10	–	–	10	–	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 2)	I_{IB}	–	–90	–150	–	–45	–100	–	–90	–250	–	–90	–250	–	–90	–250	nA
Input Common Mode Voltage Range (Note 3) $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2902, V) $T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 2)	V_{ICR}	0	–	28.3	0	–	28.3	0	–	28.3	0	–	24.3	0	–	24.3	V
Differential Input Voltage Range	V_{IDR}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	V
Large Signal Open Loop Voltage Gain $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $V_{CC} = 15\text{ V}$, for Large V_O Swing $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 2)	A_{VOL}	50	100	–	25	100	–	25	100	–	25	100	–	25	100	–	V/mV
Channel Separation 10 kHz $\leq f \leq 20\text{ kHz}$, Input Referenced	CS	–	–120	–	–	–120	–	–	–120	–	–	–120	–	–	–120	–	dB
Common Mode Rejection, $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	CMR	70	85	–	65	70	–	65	70	–	50	70	–	50	70	–	dB
Power Supply Rejection	PSR	65	100	–	65	100	–	65	100	–	50	100	–	50	100	–	dB

- LM224: $T_{\text{low}} = -25^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +85^\circ\text{C}$
LM324/LM324A: $T_{\text{low}} = 0^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +70^\circ\text{C}$
LM2902: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +105^\circ\text{C}$
LM2902V & NCV2902: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +125^\circ\text{C}$
NCV2902 is qualified for automotive use.

- The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is $V_{CC} - 1.7\text{ V}$.
- Guaranteed by design.

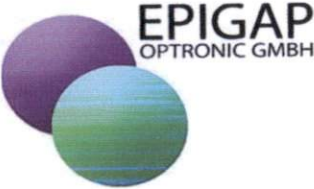
LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V, NCV2902

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $V_{EE} = \text{Gnd}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V/NCV2902			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage-- High Limit ($T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low}) (Note 5) $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2902, V), $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$ $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2902, V), $R_L = 10\text{ k}\Omega$	V_{OH}	3.3	3.5	—	3.3	3.5	—	3.3	3.5	—	3.3	3.5	—	3.3	3.5	—	V
Output Voltage -- Low Limit, $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 5)	V_{OL}	—	5.0	20	—	5.0	20	—	5.0	20	—	5.0	100	—	5.0	100	mV
Output Source Current ($V_{ID} = +1.0\text{ V}$, $V_{CC} = 15\text{ V}$) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 5)	I_{O+}	20 10	40 20	— —	20 10	40 20	— —	20 10	40 20	— —	20 10	40 20	— —	20 10	40 20	— —	mA
Output Sink Current ($V_{ID} = -1.0\text{ V}$, $V_{CC} = 15\text{ V}$) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low} (Note 5) ($V_{ID} = -1.0\text{ V}$, $V_O = 200\text{ mV}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{O-}	10 5.0 12	20 8.0 50	— — —	10 5.0 12	20 8.0 50	— — —	10 5.0 12	20 8.0 50	— — —	10 5.0 —	20 8.0 —	— — —	10 5.0 —	20 8.0 —	— — —	mA μA
Output Short Circuit to Ground (Note 6)	I_{SC}	—	40	60	—	40	60	—	40	60	—	40	60	—	40	60	mA
Power Supply Current ($T_A = T_{\text{high}}$ to T_{low}) (Note 5) $V_{CC} = 30\text{ V}$ (26 V for LM2902, V), $V_O = 0\text{ V}$, $R_L = \infty$ $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $V_O = 0\text{ V}$, $R_L = \infty$	I_{CC}	— —	— —	3.0 1.2	— —	1.4 0.7	3.0 1.2	— —	— —	3.0 1.2	— —	— —	3.0 1.2	— —	— —	3.0 1.2	mA

5. LM224: $T_{\text{low}} = -25^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +85^\circ\text{C}$
 LM324/LM324A: $T_{\text{low}} = 0^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +70^\circ\text{C}$
 LM2902: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +105^\circ\text{C}$
 LM2902V & NCV2902: $T_{\text{low}} = -40^\circ\text{C}$, $T_{\text{high}} = +125^\circ\text{C}$
 NCV2902 is qualified for automotive use.

6. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is $V_{CC} - 1.7\text{ V}$.



Product Data Sheet

LED Lamp Infra Red

EOLD-780-524

page 1 of 3
 Rev. 01 aus 2011

Radiation	Type	Case
Infra Red	DDH	5mm plastic lens

Description:
 High-power, high-speed infrared LED, with lens for narrow beam angle, and high reliability, housing without standoff leads

Applications:
 Optical communications, safety equipment, automation

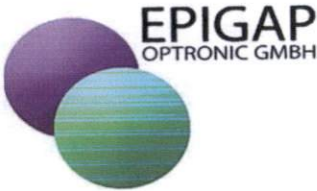
Maximum Ratings
 T_{amb}= 25°C, unless otherwise specified

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Forward Current		I _F	80	mA
Peak forward current	(t _p ≤ 100 μs, D=0,05)	I _{FM}	800	mA
Power dissipation		P _D	160	mW
Operating temp. range		T _{amb}	-40 to +85	°C
Storage temp. range		T _{stg}	-55 to +100	°C
Junction temperature		T _J	100	°C
Lead soldering temp.	t < 5s, 3mm from case	T _{sol}	260	°C

Optical and Electrical Characteristics
 T_{amb}= 25°C, unless otherwise specified

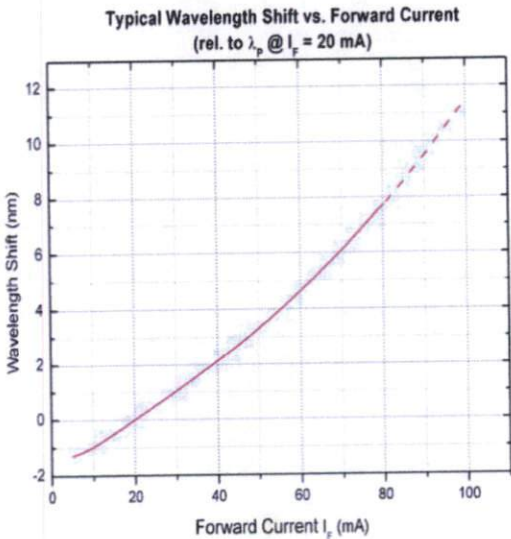
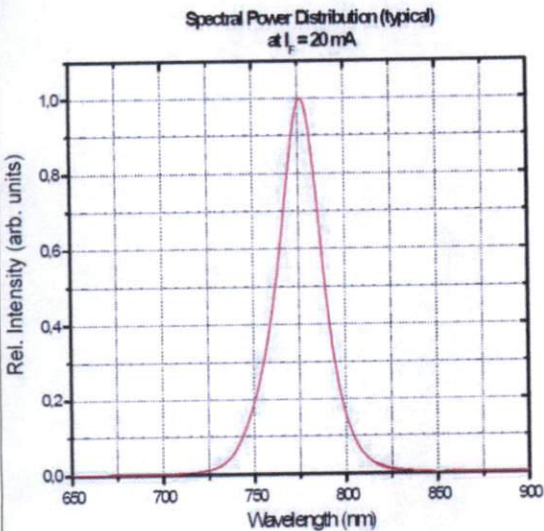
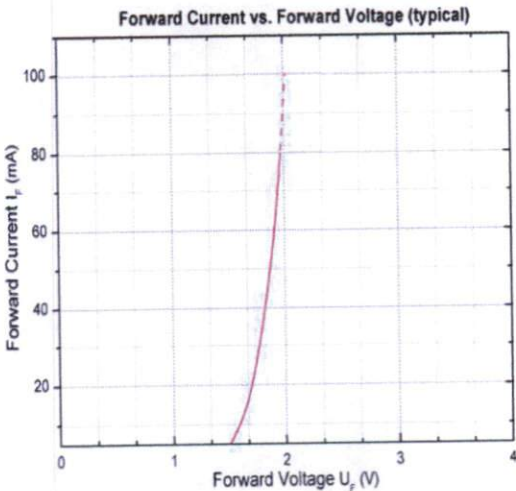
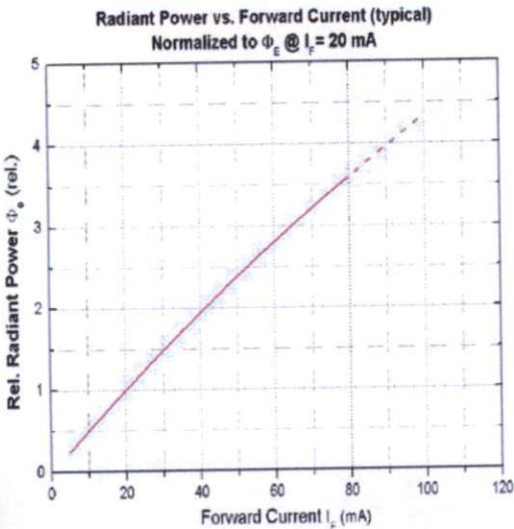
Parameter	Symbol	Conditions	Min	typ	max	Unit
Forward voltage	V _F	I _F = 20mA		1.7	2.0	V
Forward voltage*	V _F	I _F = 50mA		1.9		V
Reverse voltage	V _R	I _R = 100μA	5			V
Radiant Power	Φ _e	I _F = 20mA	6	8.5		mW
Radiant Power*	Φ _e	I _F = 50mA		20		mW
Radiant intensity	I _e	I _F = 20mA	20	35		mW/sr
Radiant intensity*	I _e	I _F = 50mA		90		mW/sr
Peak wavelength	λ _p	I _F = 20mA	765	780	790	nm
Spectral bandwidth at 50%	Δλ _{0,5}	I _F = 20mA		25		nm
Viewing angle	φ	I _F = 20mA		20		deg.
Switching time	t _r , t _f	I _F = 20mA		40		ns

We reserve the right to make changes to improve technical design and may do so without further notice. Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer.

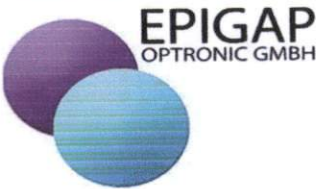


Product Data Sheet

LED Lamp Infra Red EOLD-780-524

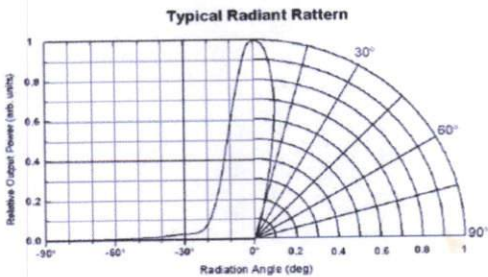
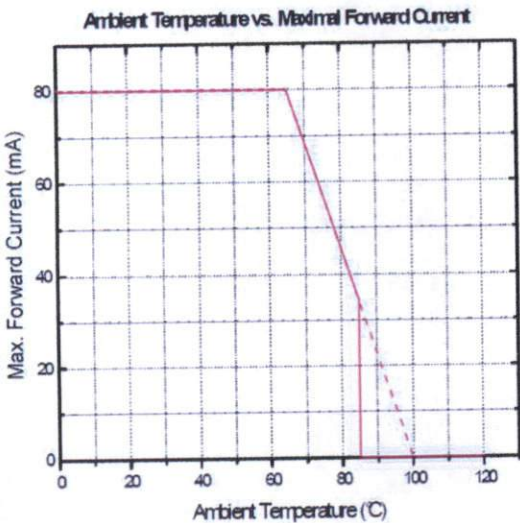


We reserve the right to make changes to improve technical design and may do so without further notice. Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer.



Product Data Sheet

LED Lamp Infra Red EOLD-780-524

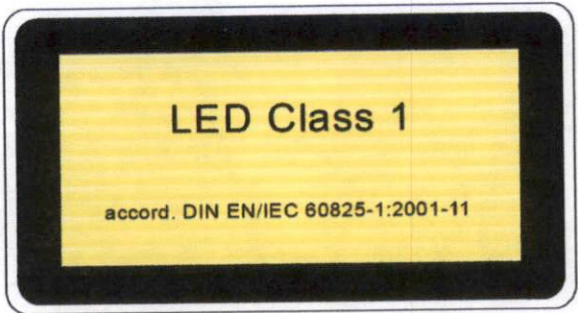


Remarks concerning optical radiation safety*

Up to maximum forward current, at continuous operation, this LED may be classified as LED product Class 1 , according to standard IEC 60825-1:A2. Class 1 products are safe to eyes and skin under reasonably predictable conditions. This implicates a direct observation of the light beam by means of optical instruments.

*Note: Safety classification of an optical component mainly depends on the intended application and the way the component is being used. Furthermore, all statements made to classification are based on calculations and are only valid for this LED "as it is", and at continuous operation. Using pulsed current or altering the light beam with additional optics may lead to different safety classifications. Therefore these remarks should be taken as recommendation and guideline only.

LED Class 1 accord. DIN



NPN-Silizium-Fototransistor

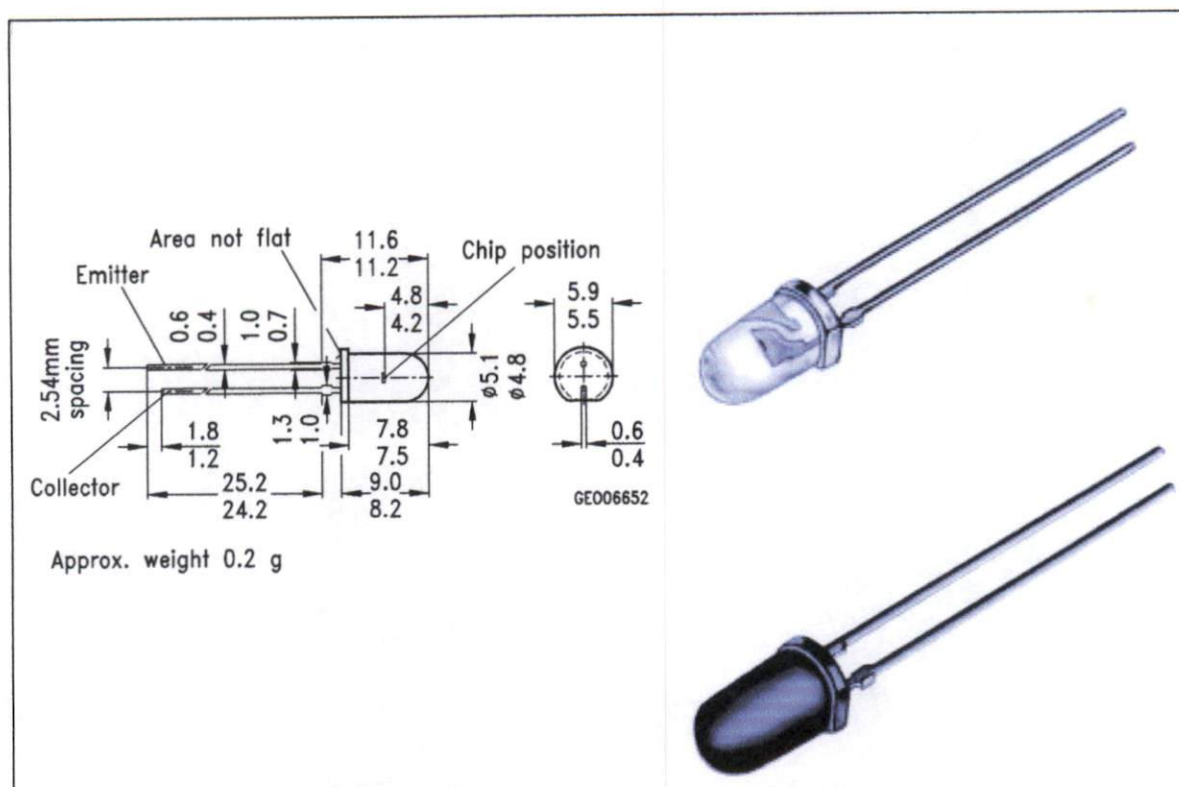
NEU: NPN-Silizium-Fototransistor mit Tageslichtsperrfilter

BP 103 B

BP 103 BF

Silicon NPN Phototransistor

NEW: Silicon NPN Phototransistor with Daylight Filter



Maße in mm, wenn nicht anders angegeben/Dimensions in mm, unless otherwise specified.

Wesentliche Merkmale

- Speziell geeignet für Anwendungen im Bereich von 420 nm bis 1130 nm (BP 103 B) und bei 880 nm (BP 103 BF)
- Hohe Linearität
- 5 mm-Plastikbauform im LED-Gehäuse
- Gruppiert lieferbar

Anwendungen

- Computer-Blitzlichtgeräte
- Lichtschranken für Gleich- und Wechsellichtbetrieb
- Industrieelektronik
- "Messen/Steuern/Regeln"

Features

- Especially suitable for applications from 420 nm to 1130 nm (BP 103 B) and of 880 nm (BP 103 BF)
- High linearity
- 5 mm LED plastic package
- Available in groups

Applications

- Computer-controlled flashes
- Light-reflecting switches for steady and varying intensity
- Industrial electronics
- For control and drive circuits

Typ (*ab 4/95) Type (*as of 4/95)	Bestellnummer Ordering Code	Gehäuse Package
BP 103 B-2 (*SFH 300-2)	Q62702-P85-S2	T1 ³ / ₄ , klares bzw. schwarzes Epoxy-Gießharz, Lötspieße im 2.54-mm-Raster (¹ / ₁₀ "), Kollektorkennzeichnung: kürzerer Lötspieß, flach am Gehäuseboden T1 ³ / ₄ , transparent and black epoxy resin lens, solder tabs 2.54 mm (¹ / ₁₀ ") lead spacing, collector marking: short solder lead, flat at package bottom
BP 103 B-3 (*SFH 300-3)	Q62702-P85-S3	
BP 103 B-4 ¹⁾ (*SFH 300-4)	Q62702-P85-S4	
BP 103 BF-2 (*SFH 300 FA-2)	Q62702-P1192	
BP 103 BF-3 (*SFH 300 FA-3)	Q62702-P1057	
BP 103 BF-4 (*SFH 300 FA-4)	Q62702-P1058	

- 1) Lieferung in dieser Gruppe kann wegen Ausbeuteschwankungen nicht immer sichergestellt werden.
Wir behalten uns in diesem Fall die Lieferung einer Ersatzgruppe vor.
- 1) Supplies out of this group cannot always be guaranteed due to unforeseeable spread of yield.
In this case we will reserve us the right of delivering a substitute group.

Grenzwerte
Maximum Ratings

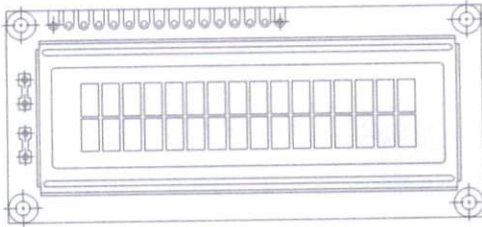
Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Betriebs- und Lagertemperatur Operating and storage temperature range	T _{op} ; T _{stg}	-55 ... +100	°C
Löttemperatur bei Tauchlötung Lötstelle ≥ 2 mm vom Gehäuse, Lötzeit t ≤ 5s Dip soldering temperature ≥ 2 mm distance from case bottom, soldering time t ≤ 5s	T _S	260	°C
Löttemperatur bei Kolbenlötung Lötstelle ≥ 2 mm vom Gehäuse, Lötzeit t ≤ 3s Iron soldering temperature ≥ 2 mm distance from case bottom t ≤ 3s	T _S	300	°C
Kollektor-Emitterspannung Collector-emitter voltage	V _{CE}	35	V
Kollektorstrom Collector current	I _C	50	mA

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Kollektorspitzenstrom, $\tau < 10 \mu s$ Collector surge current	I_{CS}	100	mA
Emitter-Kollektorspannung Emitter-collector voltage	V_{EC}	7	V
Verlustleistung, $T_A = 25 \text{ }^{\circ}C$ Total power dissipation	P_{tot}	200	mW
Wärmewiderstand Thermal resistance	R_{thJA}	375	K/W

Kennwerte ($T_A = 25 \text{ }^{\circ}C$, $\lambda = 950 \text{ nm}$)
Characteristics

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value		Einheit Unit
		BP 103 B	BP 103 BF	
Wellenlänge der max. Fotoempfindlichkeit Wavelength of max. sensitivity	$\lambda_{S \text{ max}}$	850	900	nm
Spektraler Bereich der Fotoempfindlichkeit $S = 10\%$ von S_{max} Spectral range of sensitivity $S = 10\%$ of S_{max}	λ	420 ... 1130	730 ... 1120	nm
Bestrahlungsempfindliche Fläche Radiant sensitive area	A	0.12	0.045	mm ²
Abmessung der Chipfläche Dimensions of chip area	$L \times B$ $L \times W$	0.5 x 0.5	0.45 x 0.45	mm x mm
Abstand Chipoberfläche zu Gehäuseoberfläche Distance chip front to case surface	H	4.1 ... 4.7	2.4 ... 2.8	mm
Halbwinkel Half angle	φ	± 25	± 12	Grad deg.
Kapazität, $V_{EC} = 0 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$, $E = 0$ Capacitance	C_{CE}	6.5	5.0	pF
Dunkelstrom Dark current $V_{CEO} = 35 \text{ V}$, $E = 0$	I_{CEO}	5 (≤ 100)	1 (≤ 200)	nA

16 x 2 Character LCD



FEATURES

- 5 x 8 dots with cursor
- Built-in controller (KS 0066 or Equivalent)
- + 5V power supply (Also available for + 3V)
- 1/16 duty cycle
- B/L to be driven by pin 1, pin 2 or pin 15, pin 16 or A.K (LED)
- N.V. optional for + 3V power supply

MECHANICAL DATA

ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	80.0 x 36.0	mm
Viewing Area	66.0 x 16.0	mm
Dot Size	0.56 x 0.66	mm
Character Size	2.96 x 5.56	mm

ABSOLUTE MAXIMUM RATING

ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	VDD-VSS	- 0.3	—	7.0	V
Input Voltage	VI	- 0.3	—	VDD	V

NOTE: VSS = 0 Volt, VDD = 5.0 Volt

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	VDD	VDD = + 5V	4.7	5.0	5.3	V
		VDD = + 3V	2.7	3.0	5.3	V
Supply Current	IDD	VDD = 5V	—	1.2	3.0	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temp. Version Module	VDD - V0	- 20 °C	—	—	—	V
		0°C	4.2	4.8	5.1	
		25°C	3.8	4.2	4.6	
		50°C	3.6	4.0	4.4	
		70°C	—	—	—	
LED Forward Voltage	VF	25°C	—	4.2	4.6	V
LED Forward Current	IF	25°C Array	—	130	260	mA
		Edge	—	20	40	
EL Power Supply Current	IEL	Vel = 110VAC:400Hz	—	—	5.0	mA

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														0F
DD RAM Address	40	41														4F

LCD-016M002B

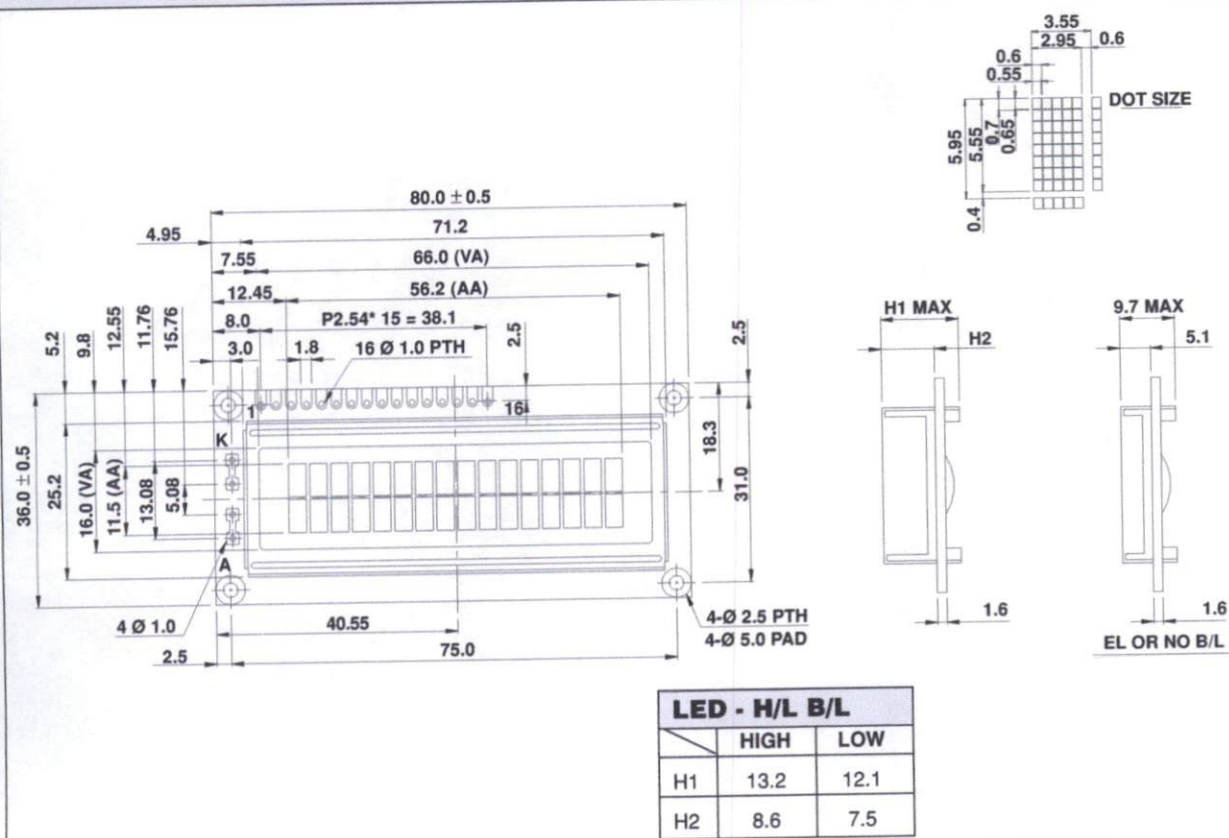
Vishay

16 x 2 Character LCD



PIN NUMBER	SYMBOL	FUNCTION
1	V _{ss}	GND
2	V _{dd}	+ 3V or + 5V
3	V _o	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
15	A/V _{ee}	+ 4.2V for LED/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for B/L (OV)

DIMENSIONS in millimeters



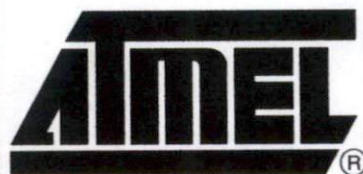
Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
 - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

Description

The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.



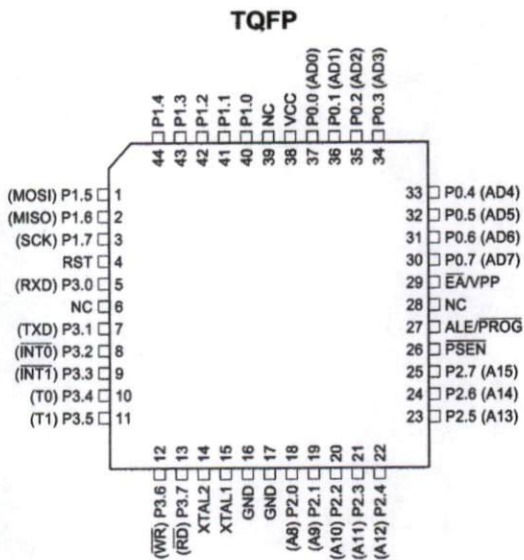
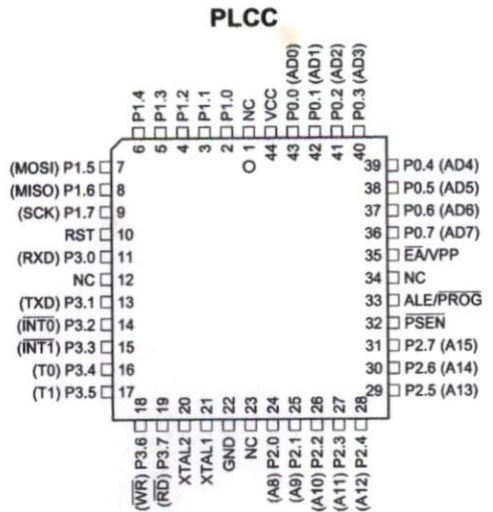
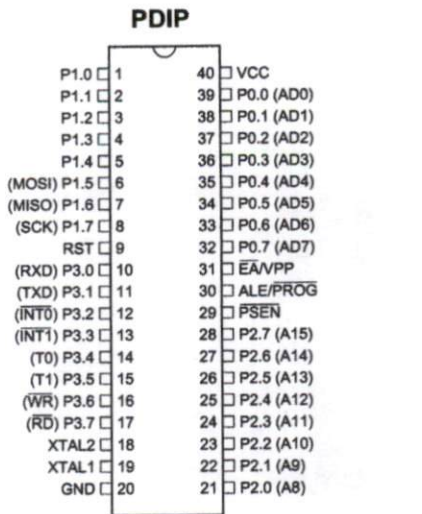
8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

AT89S51

Rev. 2487A-10/01



Pin Configurations



Block Diagram

