INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

OTOMATISASI DALAM PEMBERIAN MAKANAN DAN PENGATURAN SUHU, KEKERUHAN DAN LEVEL AIR PADA AKUARIUM IKAN ARWANA BERBASIS MIKROKONTROLER R8C/13

MILIK PERPUSTAKAAN ITN MALANG

SKRIPSI

Oleh:
Irwan Prasetyo
NIM : 01.17.057

MARET 2007

LEMBAR PERSETUJUAN

OTOMATISASI DALAM PEMBERIAN MAKANAN DAN PENGATURAN SUHU, KEKERUHAN DAN LEVEL AIR PADA AKUARIUM IKAN ARWANA BERBASIS MIKROKONTROLER R8C/13

SKRIPSI

Disusun Dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S1)

Oleh :

IRWAN PRASETYO
NIM : 01.17. 057

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.)	**(Sotyohadi, ST)**
NIP.Y. 1039500274	**NIP .**

Ketua Jurusan Teknik Elektronika S-1

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y. 1039500274

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007

❖ **Hasil Pengujian**

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Rangkaian *Driver* relay pemanas *(heater)*

Suhu	Kondisi Relay	Output Relay	Tegangan Keluaran Driver
> set suhu	Off	*Heater* tidak aktif	0 Volt
< set suhu	On	*Heater* Aktif	12 Volt

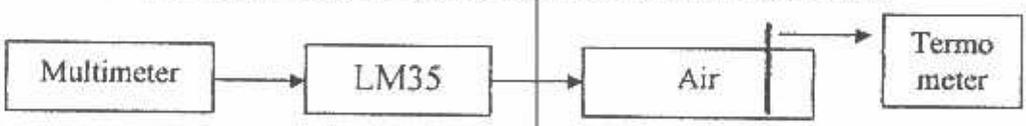
❖ **Analisis hasil pengujian**

Dari Tabel 5.4 terlihat bahwa pengaturan heater tergantung dari kondisi suhu yang telah di set. Relay akan aktif pada saat suhu air kurang dari suhu yang telah di set, sehigga akan mengaktifkan *heater*. Dan relay akan *off* jika suhu air telah mencapai set suhu dan *heater* akan mati.

4.2 Pengujian Rangkaian Sensor Suhu

❖ **Tujuan**

Pengujian rangkaian sensor suhu yang menggunakan LM35 bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor dalam merespon perubahan suhu air dalam akuarium yaitu dengan mengukur tegangan keluarannya. Jika tanggapan sensor suhu baik maka setiap perubahan 1°C keluaran sensor akan berubah ±10mV



Gambar 5.5. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu

❖ **Alat yang digunakan :**

1. Multimeter digital
2. Catu daya

ABSTRAKSI

OTOMATISASI DALAM PEMBERIAN MAKANAN DAN PENGATURAN SUHU, KEKERUHAN DAN LEVEL AIR PADA AKUARIUM IKAN ARWANA BERBASIS MIKROKONTROLER RENESAS R8C / 13

(Irwan Prasetyo, 01.17.057, Jurusan Teknik Elektro S-1)
(Dosen Pembimbing I : Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
(Dosen Pembimbing II : Sotyohadi, ST, MT)

Pengembangan teknologi baru bertujuan untuk memberikan fasilitas dan kemudahan kepada manusia dalam melakukan aktivitas kerja. Karena manusia memiliki keterbatasan dalam hal kemampuan fisiknya, sehingga dalam aktivitasnya memiliki batas-batas yang tertentu pula. Dengan demikian akan berpengaruh langsung pada tingkat efisiensi dari kerja manusia.

Di dalam tugas akhir ini, dibahas tentang penerapan mikrokontroler Renesas R8C / 13 dalam perencanaan dan pembuatan sistem otomatisasi akurium ikan Arwana. Alat yang dibuat meliputi perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak. Perencanaan perangkat keras meliputi: rangkaian sensor suhu, rangkaian *infra red* sebagai pendeteksi kekeruhan air, rangkaian sensor level air, rangkaian LCD, rangkaian RTC, rangkaian *keypad*, mikrokontroler R8C/13 dan rangkaian *driver* relay. Perencanaan perangkat lunak berupa *flowchart* cara kerja sistem. Kerja sistem adalah dengan mengeset waktu makan dan suhu melalui *keypad* yang akan ditampilkan pada LCD dan mengeset *infra red* untuk mendeteksi kekeruhan. Pada saat waktu telah memenuhi set waktu makan maka motor mekanik pemberi makan akan aktif. Apabila suhu berada di bawah set suhu heater akan aktif. Pada *infra red* ketika mendeteksi kekeruhan maka motor kuras akan aktif hingga air mencapai batas level bawah, dan motor isi akan aktif hingga air mencapai batas level atas.

3. Thermometer

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Menyusun rangkaian pengujian sensor suhu seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.5.
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian
- Memasukkan sensor suhu LM35 dan thermometer ke dalam air akuarium.
- Mengukur tegangan keluaran sensor dengan multimeter digital
- Pengukuran suhu dimulai dari suhu 25°C - 30°C dengan kenaikan tiap 1°C
- Memasukkan hasil pengujian ke dalam Tabel 5.5.

❖ **Hasil pengujian**

Hasil pengujian rangkaian sensor suhu ditunjukkan dalam Tabel 5.5. Dari data tersebut diperlihatkan hubungan nilai suhu berdasarkan pengukuran dengan sensor suhu dan thermometer.

Tabel 5.5. Hasil pengujian sensor suhu IC LM35

No	LM35 (°C)	Thermometer	*Error* (%)	Perhitungan tegangan LM35 (mVolt)	Pengukuran Tegangan LM35 (mvolt)	*Error* (%)
1	25	26	4	250	251,6	0,64
2	26	26	0	260	262,5	0,96
3	27	26	3,7	270	268,3	0,63
4	28	27	3,6	280	281,5	0,54
5	29	28	3,4	290	288,6	0,48
6	30	29	3,3	300	298,9	0,37

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Otomatisasi Dalam Pemberian Makanan Dan Pengaturan Suhu, Kekeruhan dan Level Air Pada Akuarium Ikan Arwana Berbasis Mikrokontroller R8C/13"**. Penyusunan skripsi merupakan syarat yang harus ditempuh mahasiswa jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Tak lupa pada kesempatan kali ini, penyusun juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSEE selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Kajur Teknik Elektro S1 di Institut Teknologi Nasional Malang dan juga selaku dosen pembimbing.
4. Bapak Ir. Yudi Limpraptono, MT selaku dosen Pembimbing I Skripsi.
5. Bapak Sotyohadi, ST selaku dosen Pembimbing II Skripsi.
6. Kedua orang tua dan keluarga besar penyusun atas semua dukungan moral dan spiritualnya.
7. Teman-teman seperjuangan dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik kepada pembaca serta pengamat untuk pengembangan dan penyempurnaan, sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik.

Malang, Maret 2007

Penyusun

❖ **Analisis hasil pengujian**

Dalam Tabel 5.5 bisa dilihat bahwa terdapat selisih antara pengukuran suhu air dengan menggunakan LM35 dan thermometer. Persentase kesalahan dari hasil pengukuran dalam perancangan bisa dihitung dengan:

$$\%\ error = \frac{|V_o \text{ perhitungan} - V_o \text{ pengukuran}|}{V_o \text{ perhitungan}} \times 100\%$$

$$Error \text{ rata-rata} = \frac{\sum error}{\sum pengukuran}$$

$$= \frac{3{,}62}{6} = 0{,}6\ \%$$

Sedangkan untuk prosentase ketelitian dalam persen diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\%\ \text{Ketelitian} = 100\% - error \text{ rata-rata}$$
$$= 100\% - 0{,}6\%$$
$$= 99{,}4\%$$

Dari pengamatan pengujian alat, kesalahan terjadi karena faktor keakuratan dan kepresisian komponen yang digunakan, serta kepresisian alat ukur yang digunakan. Ketelitian dari alat tersebut adalah 99,4%.

4.3 Pengujian Rangkaian *Infra Red*

❖ **Tujuan**

Pengujian rangkaian *infra red* sebagai sensor kekeruhan bertujuan untuk mengetahui apakah kerja rangkaian sensor kekeruhan bisa bekerja sesuai perencanaan sehingga dapat menghasilkan keluaran yang mampu mengaktifkan relay untuk menggerakkan motor kuras.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN
ABSTRAKSI
KATA PENGANTAR
DAFTAR ISI
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Masalah 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Metodologi 4
1.6 Sistematika 4

BAB II LANDASAN TEORI
2.1 Mikrokontroler R8C/13 Tiny Series (R5F21134FP) 5
2.1.1 Penjelasan Fungsi Pin R8C/13 7
2.1.2 Organisasi Memori Mikrokontroler R8C/13 10
2.1.3 Reset 11
2.1.4 Pewaktuan 12
2.2 Sensor Temperatur 13
2.3 *Infra Red* 14
2.3.1 LED *(Light Emiting Dioda)* 15
2.3.2 *Photodioda* 16
2.4 *Relay* 18
2.5 *Keypad* 4 x 4 19
2.6 LCD *(Liquid Crystal Display)* 20
2.6.1 Instruksi Operasi 23
2.6.2 Operasi Dasar 23
2.7 *Comparator* 25
2.8 RTC *(Real Time Clock)* 26
2.9 Transistor sebagai Saklar 27

BAB III PERENCANAAN DAN PERANCANGAN ALAT
3.1 Blok Diagram 31
3.2 Prinsip Kerja Alat 32
3.3 Spesifikasi Alat 33

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Menghubungkan rangkaian seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.1.
- Memberikan tegangan catu pada rangkaian.
- Memberikan keadaan photo dioda menerima cahaya pada air bersih dan air keruh.

❖ **Hasil Pengujian**

Keluaran logika pada keadaan yang diubah-ubah pada photo dioda ditunjukkan dalam Tabel 5.6 :

Tabel 5.6. Hasil Pengujian Sensor kekeruhan

Keadaan Photo Dioda	Logika
Pada saat air tidak keruh	0
Pada saat air keruh	1

❖ **Analisis hasil pengujian**

Dari Tabel 5.6 terlihat hasil pengujian sesuai dengan yang direncanakan.. , pada saat photodioda menerima cahaya (air tidak keruh) maka transistor tidak aktif, sehingga tegangan keluaran dari transistor (V_{CE}) lebih kecil dari tegangan acuan pada komparator, akan menghasilkan logika *low* pada mikrokontroler. Sedangkan pada saat photodioda tidak menerima cahaya (air keruh) transistor akan aktif, sehingga tegangan keluaran transistor (V_{CE}) lebih besar dari tegangan acuan pada komparator, akan menghasilkan logika *high* pada mikrokontroler.

3.4 Perangkat Keras 34
3.4.1 MK R8C/13 Ssebagai Minimum Sistem 34
3.4.2 Rangkaian Sensor *Infra Red* 37
3.4.2.1 Rangkaian Pemancar *(Transmitter)* 37
3.4.2.2 Rangkaian Penerima *(Receiver)* 38
3.4.2.3 Rangkaian Sensor Level 42
3.4.3 Rangkaian Sensor Suhu 43
3.4.4 Rangkaian *Driver Relay* 44
3.4.5 Rangkaian LCD 47
3.4.6 Rangkaian Keypad 50
3.4.7 Rangkaian RTC 52
3.5 Perangkat Lunak 53

BAB IV PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Rangkaian Driver Motor DC dan Pemanas (Heater) 56
4.1.1 Pengujian Rangkaian Driver Motor Kuras 56
4.1.2 Pengujian Rangkaian Driver Motor Isi 58
4.1.3 Pengujian Rangkaian Driver Motor Pemberi Makan 59
4.1.4 Pengujian Rangkaian Driver Pemanas (heater) 61
4.2 Pengujian Rangkaian Sensor Suhu 62
4.3 Pengujian Rangkaian Infra Red 64
4.4 Pengujian Rangkaian Sensor Level 66
4.5 Pengujian Rangkaian Keseluruhan 67

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 70
5.2 Saran 71

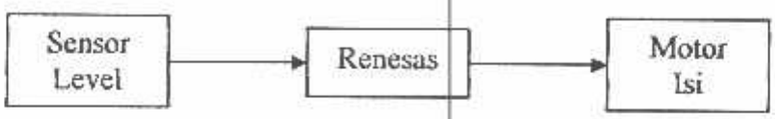
DAFTAR PUSATAKA

LAMPIRAN

4.4 Pengujian Rangkaian Sensor Level

❖ **Tujuan**

Pengujian rangkaian sensor level ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor level mampu bekerja sebagai pembatas minimal dan maksimal dari air akuarium.



Gambar 5.6. Blok Diagram Pengujian Sensor Level

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- menghubungkan rangkaian seperti gambar 5.6 blok diagram di atas
- memberikan tegangan catu daya
- memberikan keadaan sensor level dalam kondisi kena air dan tidak kena air

❖ **Hasil Pengujian**

Hasil pengujian rangkaian sensor level ditunjukkan dalam Tabel 5.7 berikut ini :

Tabel 5.7. Hasil PengujianRangkaian Sensor Level

Volume air	Level Atas	Level Bawah	Motor Isi
Batas bawah	1	1	Aktif
Batas Atas	0	0	Tidak Aktif

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Diagram R8C/13 7
Gambar 2.2 Konfigurasi pin R8C/13 7
Gambar 2.3 Memory Map R8C/13 11
Gambar 2.4 Rangkaian Power On Reset 12
Gambar 2.5 Rangkaian Pewaktuan Dengan Oscilator Internal 12
Gambar 2.6 Pin Sensor Suhu LM35 14
Gambar 2.7 Lambang Skematis dan Contoh Rangkaian LED 16
Gambar 2.8 Fotodioda 17
Gambar 2.9 Rangkaian Driver Relay 18
Gambar 2.10 Konfigurasi Tombol Keypad 19
Gambar 2.11 Konfigurasi Kaki LCD 21
Gambar 2.12 Blok Diagram LCD 21
Gambar 2.13 Liquid Crystal Display 25
Gambar 2.14 Rangkaian Komparator 25
Gambar 2.15 RTC DS1307 26
Gambar 2.16 Rangkaian Transistor Sebagai Saklar 28
Gambar 2.17 Titik Jenuh dan Titik Putus pada Garis Beban DC 28
Gambar 3.1 Blok Diagram 31
Gambar 3.2 Rangkaian Mikrokontroler 34
Gambar 3.3 Rangkaian Pemancar Infra Red 37
Gambar 3.4 Rangkaian Penerima Infra Red 38
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Level 43
Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Suhu 43
Gambar 3.7 Rangkaian Driver Motor Pakan dan Pemanas 45
Gambar 3.8 Rangkaian Driver Motor Pengisi Dan Penguras Air 45
Gambar 3.9 Rangkaian Tampilan LCD 48
Gambar 3.10 Rangkaian Keypad 51
Gambar 3.11 Rangkaian RTC 52
Gambar 3.12 Diagram Alir Sistem 55

❖ **Analisis hasil pengujian**

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa ketika motor kuras aktif maka volume air akan berkurang hingga batas level bawah. Pada saat air telah melewati level bawah motor kuras akan mati dan sensor level bawah akan berlogika '1' untuk mengaktifkan motor isi yang melakukan pengisian air hingga level maksimal air. Dan pada saat air mencapai level atas, sensor akan berlogika '0' sehinnga motor isi akan mati.

4.5 Pengujian Keseluruhan Rangkaian

❖ **Tujuan**

Untuk mengetahui bahwa sistem otomatisasi dalam pemberian makan dan pengaturan suhu, kekeruhan dan level air akuarium berbasis mikrokontroler R8C/13 ini dapat beroperasi sesuai perencanaan.

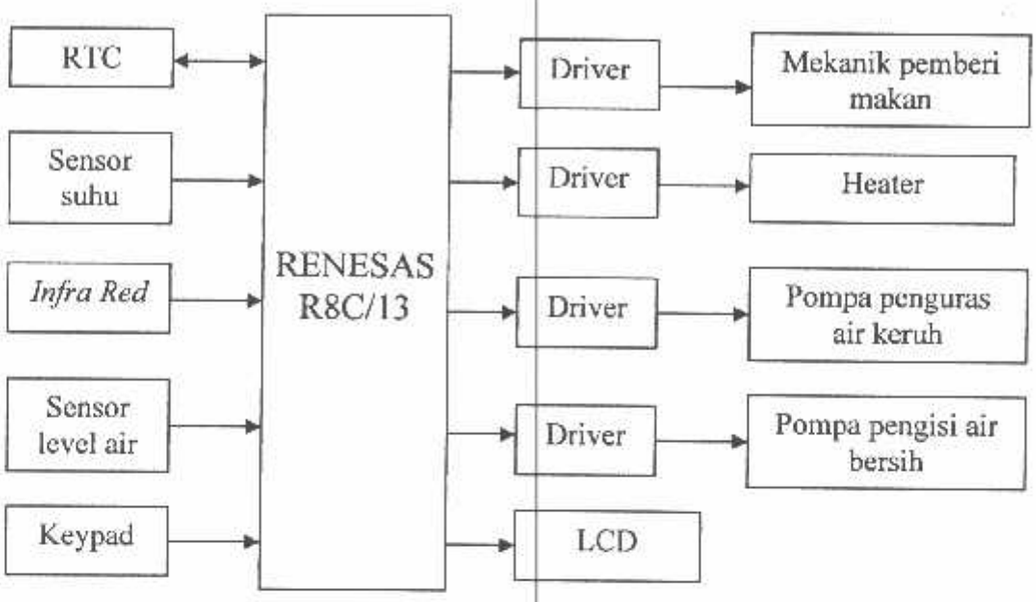
❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian
- Merangkai perangkat sesuai dengan blok diagram sistem yang direncanakan.
- Menekan "MEN" pada tombol *keypad* untuk menyesuaikan jam apabila waktu tidak sesuai.
- Mengikuti prosedur yang ada pada *LCD*, yaitu untuk pengesetan waktu makan dan suhu.
- Menguji *infra red* sebagai sensor kekeruhan dengan memberi penghalang antara *infra red* dan photo dioda.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Tiap Pin LCD 22
Tabel 2.2 Instruksi Pada LCD 23
Tabel 2.3 Pemilihan Register Pada LCD 24
Tabel 3.1 Fungsi Penyemat LCD 49
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Rangkaian Drivet Relay Motor Kuras 57
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Rangkaian Drivet Relay Motor Isi 59
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Rangkaian Drivet Relay Motor Pakan 60
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Relay Pemanas 62
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35 63
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Sensor Kekeruhan 65
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Sensor Level 66
Tabel 5.8 Pengujian Keseluruhan Sistem 69

Berikut adalah rangkaian pengujian keseluruhan sistem :



Gambar 5.7. Pengujian keseluruhan sistem

❖ **Hasil pengujian dan analisis**

Pengujian dilakukan dengan menekan "MEN" pada tombol *keypad* kemudian set waktu dengan menekan tombol angka pada keypad apabila jam yang ditampilkan pada *LCD* tidak sesuai. Untuk pengesetan waktu makan tekan tombol *up* akan muncul tulisan "jam makan", set waktu makan. Mekanik pemberi makan akan bekerja ketika waktu makan telah sesuai. Untuk pengesetan suhu tekan tombol *down* masukkan nilai suhu yang diinginkan. Selanjutnya apabila suhu air berada di bawah set suhu maka *heater* akan aktif hingga suhu air mencapai set suhu dan *heater akan* mati. Pada pengujian *infra red* akan menggunakan indicator lampu LED. Dimana ketika photodiode terhalang benda atau air keruh LED akan menyala sebagai suatu indicator untuk mengeset kekeruhan. Pada saat LED nyala

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

motor kuras akan aktif . pengurasan air ini dibatasi dengan sensor level air, dimana ketika air pada level minium motor kuras mati dan motor isi akan aktif hingga air mencapai level maksimum.

Tabel 5.8. Pengujian sistem keseluruhan

No	Sistem pengoperasian	Hasil Pengujian
1	Pengesetan waktu makan	Mekanik pemberian makanan akan aktif pada saat waktu telah sesuai
2	Pengesetan suhu	Jika suhu air <set suhu, *heater* akan aktif
3	*Infra Red*	Terhalang benda atau air keruh LED indicator akan nyala, motor kuras aktif
4	Sensor Level	Air mencapai level minimum, motor isi akan aktif hingga air mencapai level maksimum.
5	Output LCD	Dapat menampilkan jam, waktu makan dan suhu

PENDAHULUAN

I. Latar Belakang

Dewasa ini semakin banyak orang yang memelihara ikan hias, baik itu sebagai penyaluran hobi ataupun kepentingan bisnis untuk diperdagangkan. Salah satu ikan hias yang banyak digemari adalah ikan Arwana, yang dipercaya banyak orang sebagai pembawa keberuntungan (hoki) sehingga membuat ikan ini menjadi salah satu ikan hias dengan harga yang mahal. Terlepas dari kepercayaan sebagai pembawa hoki, sosok Arwana yang melambangkan keanggunan dan keperkasaan memang indah untuk dipelihara dalam akuarium. Warna sisiknya yang cerah, gerakannya yang lamban tapi anggun, dan liukan tubuhnya yang indah bisa menjadi pemandangan yang mengagumkan.

Memelihara Arwana adalah pekerjaan yang gampang-gampang susah, karenanya diperlukan persiapan yang matang. Tidak cukup hanya dengan mengenal Arwana yang baik, perlu juga mengetahui perawatan akuarium dan pemilihan makanan dan obat-obatan yang baik. Selain itu hal yang paling penting dalam pertumbuhan Arwana adalah kualitas air. Menjaga kualitas air dapat dilakukan dengan pemeriksaan suhu dan kekeruhan air. Perubahan suhu yang drastis dapat menyebabkan nafsu makan pada Arwana menurun. Karena itu suhu perlu dijaga pada kisaran 27-30^{0}C yang merupakan suhu optimal bagi kehidupan Arwana. Sedangkan kekeruhan air dapat mengakibatkan perubahan derajat keasaman air. Kekeruhan air disebabkan oleh kotoran yang dikeluarkan oleh ikan dan endapan sisa-sisa makanan.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian rangkaian sensor suhu didapatkan, hasil pengukuran suhu dengan menggunakan IC LM35 dan thermometer diperoleh *error* sebesar 3%, sedangkan dari hasil perhitungan dan pengukuran tegangan keluaran dari IC LM35 diperoleh *error* sebesar 0,6%. *Error* tersebut masih berada dalam batas toleransi *error* yaitu sebesar 5%.

   Kesalahan terjadi karena faktor keakuratan dan kepresisian komponen yang digunakan, serta kepresisian alat ukur yang digunakan. Ketelitian dari alat tersebut adalah 99,4%.

2. Pada rangkaian *infra red*, pada saat photodioda menerima cahaya (air tidak keruh) maka transistor tidak aktif, sehingga tegangan keluaran dari transistor (V_{CE}) lebih kecil dari tegangan acuan pada komparator, akan menghasilkan logika *low* pada mikrokontroler. Sedangkan pada saat photodioda tidak menerima cahaya (air keruh) transistor akan aktif, sehingga tegangan keluaran transistor (V_{CE}) lebih besar dari tegangan acuan pada komparator, akan menghasilkan logika *high* pada mikrokontroler.

Selama ini untuk menjaga kualitas air dalam akuarium ikan arwana masih dilakukan dengan cara manual, antara lain dalam pengontrolan suhu pemelihara ikan arwana menggunakan termometer. Hal yang paling banyak dilakukan untuk mendapatkan suhu optimal air akuarium adalah dengan menggunakan *heater*. Hal ini dirasa kurang efektif dikarenakan suhu air bisa melebihi suhu optimal karena tidak ada pengontrol suhu. Kemudian dalam pengurasan air akuarium masih dilakukan secara manual dengan cara menyedot air dengan menggunakan selang

. Karena itu diera globalisasi ini, dengan teknologi yang berkembang pesat yang telah menghadirkan berbagai kemudahan bagi manusia, maka penyusun mempunyai gagasan untuk membuat suatu sistem untuk mengatur suhu, kekeruhan, dan level air serta pemberian makanan secara otomatis. Dimana alat ini dirancang untuk dapat mengontrol suhu dalam air akuarium tetap berada pada kondisi suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan arwana. Alat ini juga dirancang untuk mendeteksi kekeruhan air. Sehingga apabila air dalam akuarium mulai keruh akan dilakukan pergantian air secara otomatis. Selain itu alat ini juga dilengkapi dengan sistem pemberian makanan secara otomatis, dimana pemelihara ikan hanya tinggal meng*eset* waktu makan. Dengan adanya sistem otomatis ini diharapkan dapat dapat meningkatkan keberhasilan dalam memelihara ikan Arwana serta mempermudah perawatan akuarium yang biasanya dilakukan secara konvensional terutama bagi pemelihara ikan arwana yang diperdagangkan, alat ini akan memberikan banyak kemudahan.

3. LCD hanya melakukan operasi *write* atau operasi menampilkan karakter.

5.2 Saran

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan alat ini dikemudian hari. Meskipun alat ini dapat bekerja dengan baik dan sesuai perencanaan, masih ada beberapa hal yang perlu diperbaiki diantaranya :

1. Untuk otomatisasi pengurasan sebaiknya menggunakan set waktu atau sistem pengurasan otomatis dengan penekanan tombol pada *keypad*, karena penggunaan *infra red* akan mendeteksi keruh ketika dilewati ikan.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, alat ini akan lebih sempurna jika dilengkapi dengan sensor untuk mengontrol kadar pH air.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merencanakan dan membuat perangkat keras.
2. Bagaimana menggunakan mikrokontroler R8C/13 sebagai minimum sistem yang mampu mengontrol sistem secara keseluruhan.
3. Bagaimana membuat sistem yang mampu mengontrol suhu dan kekeruhan air.
4. Bagaimana merancang sistem otomatisasi pemberian makanan dan pengurasan air.
5. Bagaimana merancang perangkat lunak keseluruhan sistem.

1.3. Tujuan Masalah

Tujuan yang ingin dicapai penyusun dalam penulisan skripsi ini adalah merencanakan dan membuat sebuah sistem otomatisasi dalam pemberian makanan dan pengaturan suhu, kekeruhan dan level air pada akuarium ikan arwana berbasis mikrokontroler Renesas R8C/13.

1.4. Batasan Masalah

Untuk memperjelas dan mencapai tujuan pembahasan di atas, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Alat akan dikontrol oleh mikrokontroler R8C/13.
2. Tidak membahas mengenai sumber tegangan.
3. Alat ini dirancang untuk diaplikasikan pada akuarium.
4. Pembahasan tentang pengoperasian alat.

1.5. Metodologi

1. Studi literatur yang mempelajari teori-teori yang berkaitan mengenai cara kerja komponen-komponen yang diinginkan.
2. Perancangan dan pembuatan alat.
3. Pelaksanaan uji coba alat dari hasil perancangan.

VI. Sistematika

1. BAB I Latar Belakang

   Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan metodologi yang digunakan.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

   Membahas tentang dasar teori dari komponen-komponen yang digunakan.

3. BAB III Perencanaan dan Pembuatan Hardware dan Software

   Menjelaskan tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak serta cara kerja dari alat.

4. BAB IV Pengujian Alat dan Analisa

   Menjelaskan tentang pengujian yang dilakukan terhadap alat dan analisanya.

5. BAB V Penutup

   Menjelaskan kesimpulan yang didapat dari hasil pembuatan alat, kekurangan/kelemahan dari alat dan saran dalam pengembangan aplikasi lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Data Sheet R8C/13 Group

[2] National semikonductor. 2000. *LM 35*.HTTP://.www.AllDataSheet.com.pdf

[3] Wasito S, *Vademekum Elektronika Edisi Kedua*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2001.

[4] *Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual*

[5] Malvino, Ap, 1987. *Elektronics Principles*. Alih Bahasa: Prof. M. Barnawi, Ph.D dan M,O. Tjia, Ph.D, Jakarta: Erlangga

[6] *www.maxim-ic.corn/errata*

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Mikrokontroler R8C/13 Tiny Series (R5F21134FP)

R8C/13 merupakan salah satu mikrokontroler dari buatan RENESAS keluarga M16C yang mempunyai 16 kbyte Flash ROM (*Flash Read Only Memory*) dan 1 kbytes SRAM serta 2x2 kbytes Data Flash, RAM sampai 1 kbyte, 22 bit port I/O (4 buah *port* I/O bit) yang mana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri, mempunyai ADC (Analog To Digital Converter) mempunyai tiga buah Timer/Counter 8 bit (Timer X, Y, Z) dan satu buah Timer/Counter 16 bit (Timer C), mempunyai Watchdog Timer, mempunyai power on reset, mempunyai serial I/F (A/Sync), mempunyai On-Chip Debug, serta Oscillator Circuit.

Pada dasarnya mikrokontroler adalah terdiri atas prosesor (CPU), memory (ROM, RAM), perangkat I/O dan peripheral. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk *chip* tunggal. Mikrokontroler dikemas dalam satu *chip* (*single chip*). Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 16 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU.

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler R8C/13 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM

LAMPIRAN

sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler R8C/13 adalah sebagai berikut : (Renesas, 2005).

- Sebuah CPU 16 bit dengan menggunakan teknologi dari Renesas.
- Memiliki memory (ROM) 16 Kbyte (2x2 Kbyte data Flash).
- Memiliki memori baca-tulis (RAM) 1 Kbyte.
- Jalur dua arah (*bidirectional*) yang digunakan sebagai saluran masukan atau keluaran.
- Interface Komunikasi Serial UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*), UART 0 (Sync/Async) dan UART 1 (hanya Async).
- Empat buah *timer/counter* (3 buah Timer X, Y, Z 8 bit dan Timer C 16 bit).
- Memiliki ADC (Analog To Digital Converter).
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Flash ROM yang besarnya 16 kbyte untuk memori program
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi *Boolean.*
- Mampu beroperasi sampai 20 MHz..

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : Irwan Prasetyo
2. NIM : 01.17.057
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Elektronika
5. Judul Skripsi : Otomatisasi Dalam Pemberian Makanan dan Pengaturan Suhu, Kekeruhan dan Level Air Pada Akuarium Ikan Arwana Berbasis Mikrokontroler R8C/13

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 23 Maret 2007
Dengan Nilai : 76,9 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.Y. 1018100036

Sekretaris

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y. 1039500274

Anggota Penguji

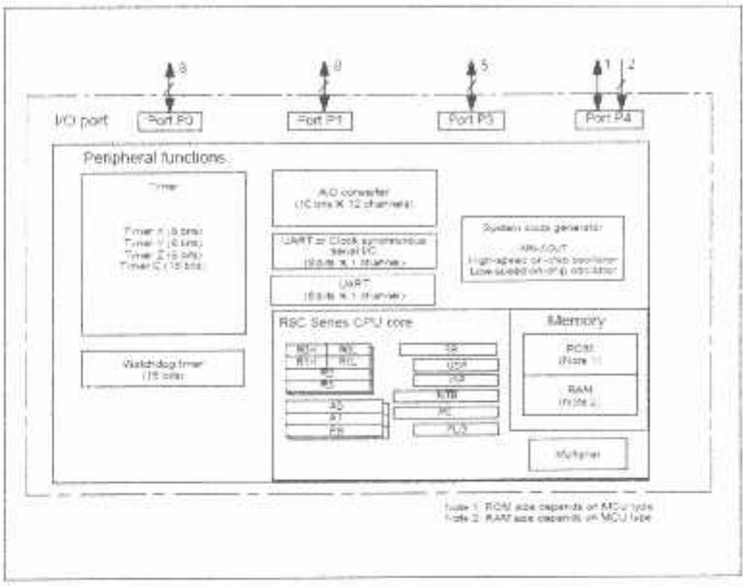
Penguji I

Dr. Cahyo Crysdian, Msc
NIP. 1030400412

Penguji II

I Komang Somawirata, ST., MT
NIP. P. 1030100361

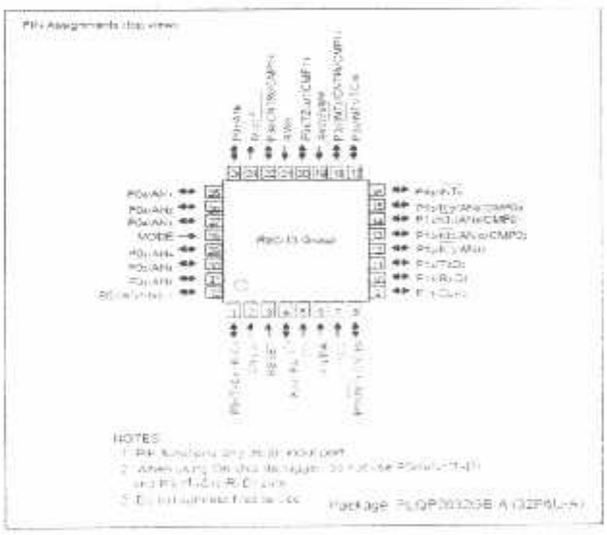
Sedangkan untuk blok diagram diperlihatkan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Blok Diagram R8C/13 [1]

2.1.1 Penjelasan Fungsi Pin R8C/13

Mikrokontroler 8C/13 mempunyai 32 pin seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Fungsi-fungsi pin tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin R8C/13 [1]

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang Strata Satu (S-1), yang diselenggarakan pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 23 Maret 2007

Telah dilakukan perbaikan oleh :

Nama : Irwan Prasetyo

NIM : 01.17.057

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Elektronika

Judul Skripsi : **Otomatisasi Dalam Pemberian Makanan dan Pengaturan Suhu, Kekeruhan dan Level Air Pada Akuarium Ikan Arwana Berbasis Mikrokontroler R8C/13**

Perbaikan meliputi :

No.	Materi Perbaikan	Keterangan	Paraf Penguji I
1	Gambar sensor level air	Gambarkan dengan detail	
2	Fungsi ADC dalam R8C/13	Harap dijelaskan	
3	Komunikasi serial AT89C2051 dengan R8C/13	Harap dijelaskan	
4	Gambar RTC DS1307	Harap diperbaiki	
5	Gambar Rangkaian dalam blok *keypad* dan mekanisme pembacaan oleh MK	Harap diperbaiki dan jelaskan	
6	Penulisan data oleh MK ke LCD	Jelaskan mekanismenya	

Penguji I

Dr. Cahyo Crysdian, Msc
NIP. 1030400412

Fungsi kaki-kaki R8C/13 adalah:

1. V_{CC}

   Digunakan untuk sumber tegangan dengan range nilai antara 2,7 – 5,5 Volt.

2. V_{SS}

   Range tegangan 0 Volt

3. IV_{CC}

   Pin ini digunakan untuk menyetabilkan sumber tegangan internal. Pin ini dihubungkan ke V_{SS} melalui kapasitor 0,1 µF.

4. AV_{CC}, AV_{SS}

   Pin ini merupakan input power supply untuk A/D Converter. Pin ini dihubungkan ke pin V_{CC}, sedangkan AV_{SS} dihubungkan ke V_{SS}. Hubungkan pin AV_{SS} dan AV_{CC} dengan kapasitor.

5. Reset

   Merupakan input reset pada MCU.

6. CNV_{SS}

   Pin ini dihubungkan ke V_{SS} melalui resistor.

7. Mode

   Pin ini dihubungkan ke V_{CC} melalui resistor.

8. X_{IN}, X_{OUT}

   Pin ini disediakan untuk pembangkitan rangkaian I/O pada clock utama. Hubungkan resonator keramik atau osilator kristal antara X_{IN} dan X_{OUT}.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang Strata Satu (S-1), yang diselenggarakan pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 23 Maret 2007

Telah dilakukan perbaikan oleh :

Nama : Irwan Prasetyo

NIM : 01.17.057

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Elektronika

Judul Skripsi : **Otomatisasi Dalam Pemberian Makanan dan Pengaturan Suhu, Kekeruhan dan Level Air Pada Akuarium Ikan Arwana Berbasis Mikrokontroler R8C/13**

Perbaikan meliputi :

No.	Materi Perbaikan	Keterangan	Paraf Penguji II
1	Gambar Rangkaian	Harap Disempurnakan	

Penguji II

I Komang Somawirata, ST., MT
NIP. P. 1030100361

9. $INT_0 - INT_3$

   Merupakan pin input interupt

10. $KI_0 - KI_3$

    Merupakan pin Key Input interrupt.

11. $CNTR_0$ (I/O)

    Merupakan timer pin X I/O

12. $CNTR_0$ (O)

    Merupakan timer pin X output.

13. $CNTR_1$

    Merupakan timer pin Y I/O

14. TZ_{OUT}

    Merupakan timer pin Z output.

15. TC_{IN}

    Merupakan timer pin C input.

16. $CMPO_0 - CMPO_3$ dan $CMPO_{10} - CMPO_{13}$

    Merupakan timer pin C output.

17. CLK_0

    Merupakan transfer clock untuk pin I/O.

18. RxD_0 dan RxD_1

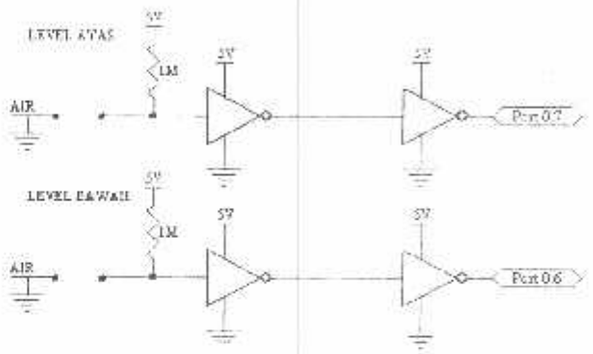
    Pin serial data input.

19. TxD_0, TxD_{10} dan TxD_{11}

    Pin serial data output.

PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI

1. Gambarkan dengan detail dan jelaskan sensor level air ?



Pada perancangan rangkaian sensor level ini menggunakan IC TTL (Transistor-Transostor Logic). Untuk penempatan dari sensor level air ini diposisikan pada level bawah dan level atas pada permukaan air akuarium dan terdapat satu kabel yang terhubung ke *ground*. Pada kondisi volume air akuarium normal, maka sensor level atas dan level bawah akan bersentuhan dengan air sehingga akan menghasilkan keluaran berlogika '0' karena terhubung dengan kaki *ground* melalui media air. Pada saat *infra red* mendeteksi adanya kekeruhan pada air maka pompa penguras akan aktif yang mengakibatkan volume/level air turun hingga batas level bawah. Sehingga pada saat TTL tidak terhubung oleh air maka *output* rangkaian menjadi *high* atau '1'. Keluaran ini akan diterima oleh mikrokontroler untuk mengaktifkan *driver* pompa pengisi hingga air mencapai level maksimum.

20. V_{REF}

Referensi pin input tegangan untuk A/D Converter. Hubungkan V_{REF} ke V_{CC}.

21. $AN_0 - AN_{11}$

Pin input analog untuk A/D Converter.

22. $P0_0 - P0_1$, $P1_0 - P1_7$, $P3_0 - P3_3$, $P3_7$ dan $P4_5$

Merupakan port 8 bit CMOS I/O. $P1_0 - P1_7$ juga berfungsi sebagai port LED driver.

2.1.2 Organisasi Memori Mikrokontroler R8C/13

Organisasi memori mikrokontroler R8C/13 dapat dibagi menjadi 2 bagian yang berbeda, yaitu ROM/Read Only Memory (Flash) dan RAM.. Lebar jalur alamat yang dapat diakses adalah 1 Mbytes mulai alamat 00000_{16} sampai dengan $FFFFF_{16}$.

Untuk ROM internal (Program area) ditempatkan pada lower addresss dimulai dari $0FFFF_{16}$. Sedangkan untuk ROM internal (data area) ditempatkan mulai dari address 02000_{16} sampai $02FFF_{16}$. Dan internal RAM ditempatkan pada upper address mulai dari 00400_{16} sampai $007FF_{16}$.

2. Jelaskan cara memfungsikan ADC dalam R8C/13 ?

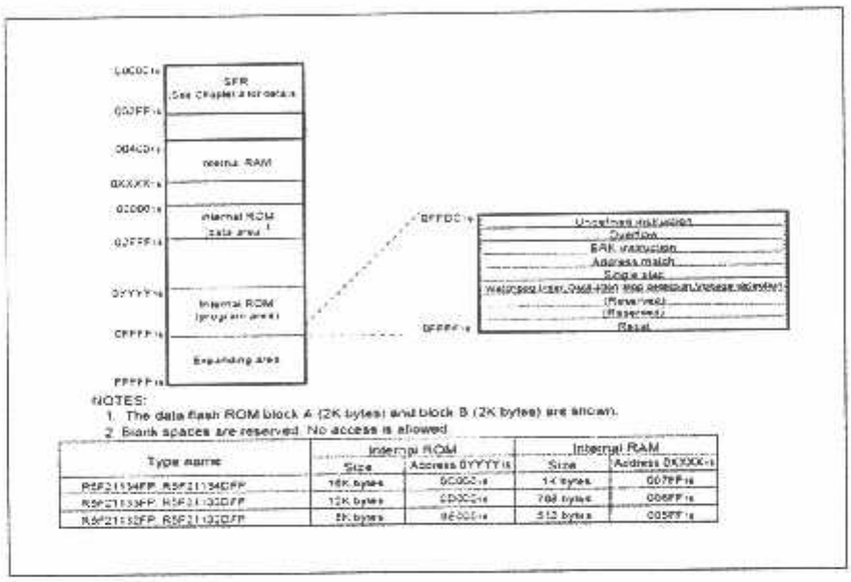
Dalam mokrokontroler R8C/13 telah terdapat ADC yang sudah terintegrasi di dalamnya. Dalam perancangan ini ADC digunakan untuk mengkonversi tegangan keluaran dari sensor suhu (LM35), digunakan ADC 06 (P0.1/AN6). Untuk memfungsikan ADC dalam R8C/13 dilakukan melalui pemrograman R8C/13. Berikut ini program untuk memfungsikan ADC dalam R8C/13 :

```
void initADC(void)     //rutin inisialisasi adc
{
adcon0 = 0x01; //prescaler  fAD/2  (invalid),  A/D
               conv  disabled,       P0       group
               selected,  oneshot  mode,  pin  AN6
               selected
adcon1 = 0x38; //0x38;    //Vref    connected,  freq
               select at fAD valid, 10 bit mode
adcon2 = 0x00; //0;//without sample and hold
//adst = 1;                  //start conversion
}
```

dari program di atas dapat dilihat bahwa ADC yang dipakai adalah pin 0.1/AN06 dengan 10-bit mode.

3. Jelaskan komunikasi serial antara AT89C2051 dengan R8C/13 ?

Data *keypad* akan dikirim melalui komunikasi serial antara AT89C2051 dengan R8C/13 dimana data dikirim melalui P3.1 AT89C2051 yang difungsikan sebagai port keluaran serial. Data dikirim melalui kaki P3.1 (TxD) secara asinkron 10-bit sekaligus diawali dengan 1-bit start, disusul dengan 8-bit data yang dimulai dari bit yang bobotnya paling kecil (bit 0), diakhiri dengan 1-bit stop.



Type name	Internal ROM		Internal RAM	
	Size	Address 0YYYYH	Size	Address 0XXXXH
R8F21134FP, R8F21134DFP	16K bytes	0C000H	1 K bytes	0079FH
R8F21133FP, R8F21133DFP	12K bytes	0D000H	768 bytes	0059FH
R8F21132FP, R8F21132DFP	8K bytes	0E000H	512 bytes	0059FH

Gambar 2.3. Memory Map R8C/13 [1]

Special function register (SFR) ditempatkan pada address mulai dari 00000_{16} sampai $002FF_{16}$. Fungsi control register peripheral juga dialokasikan pada address ini.

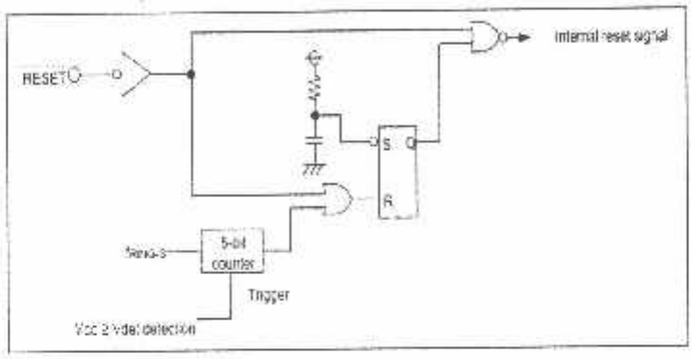
2.1.3 Reset

Rangkaian *Power On Reset* diperlukan untuk mereset mikrokontroler secara otomatis setiap catu daya dinyalakan. ketika catu daya diaktifkan, rangkaian reset akan menahan logika tinggi pada penyemat RST dengan jangka waktu yang ditentukan oleh lamanya pengosongan muatan kapasitor. Untuk keabsahan reset, logika tinggi harus bertahan lebih lama dari dua siklus mesin ditambah waktu hidup *(start on)* oscilator . Gambar 2.4. menunjukkan rangkaian *Power On Reset.*

TABEL DATA OUTPUT DARI PENEKANAN TOMBOL KEYPAD

Tombol yang ditekan	Scan	Data output			
		Y1	Y2	Y3	Y4
1	X1	0	1	1	1
4		1	0	1	1
7		1	1	0	1
CAN		1	1	1	0
2	X2	0	1	1	1
5		1	0	1	1
8		1	1	0	1
0		1	1	1	0
3	X3	0	1	1	1
6		1	0	1	1
9		1	1	0	1
ENT		1	1	1	0
CAN	X4	0	1	1	1
MEN		1	0	1	1
UP		1	1	0	1
DOWN		1	1	1	0

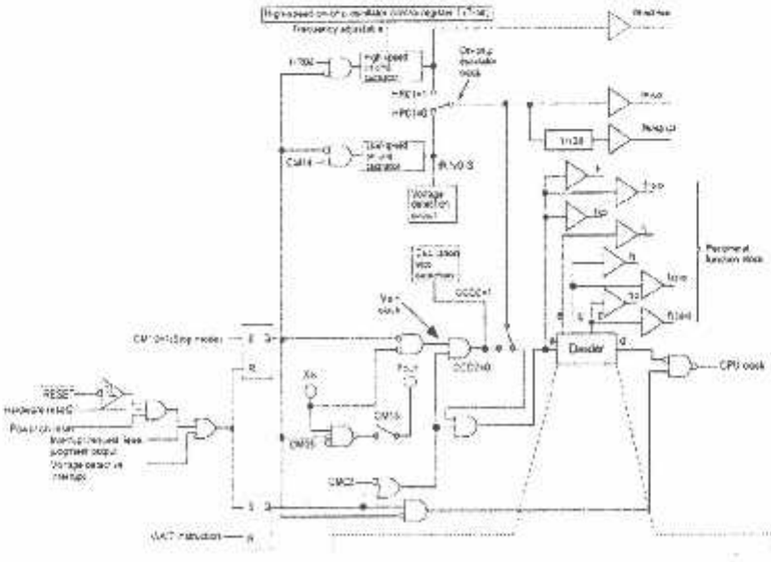
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa untuk tombol-tombol yang ditekan akan dikirimkan logika '0' pada matrik X1-X4 (P1.4 – P1.7) kemudian hasilnya dibaca pada P1.0 – P1.3. Misal jika tombol '1' ditekan, maka P1.0 = '0'. Jadi output pada P1.0 – P1.3 = 0111. Data ini akan dikirim ke R8C/13 melalui pin TxD AT89C2051 yang merupakan pin output serial.



Gambar 2.4. Rangkaian Power On Reset [1]

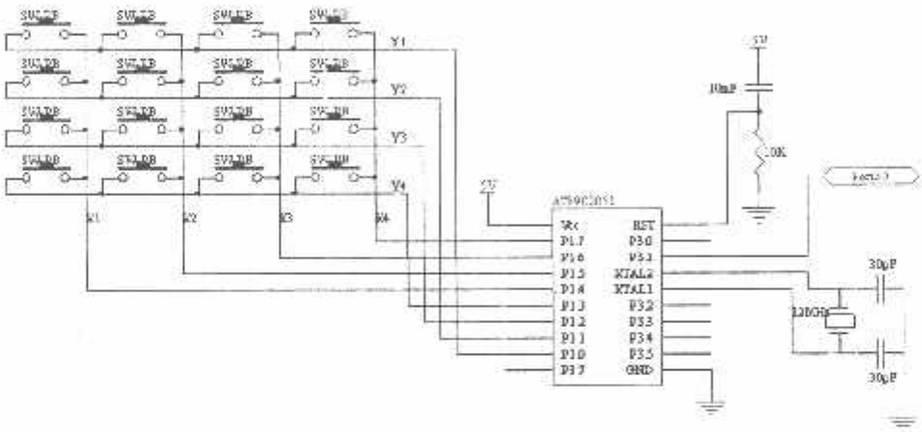
2.1.4 Pewaktuan

Mikrokontroler R8C/13 memiliki rangkaian osilator internal yang terdiri dari Main Clock Oscillator dan On-Chip Oscillator. Main clock oscillator menggunakan kristal eksternal sampai 20 MHz dan memiliki fitur Clock Stop Detect. Rangkain oscillator ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Rangkaian Pewaktuan dengan Osilator Internal [1]

4. Gambarkan rangkaian dalam blok keypad dan jelaskan mekanisme pembacaan keypad oleh AT89C2051 ?



Pada bagian belakang dari *keypad* terdapat delapan buah pin yang berfungsi sebagai keluaran dari *keypad* tersebut. Delapan buah pin ini terdiri dari 4 buah pin yang menunjukkan kolom dari tombol yang ditekan dan 4 buah pin menunjukkan baris dari tombol yang ditekan. Apabila tidak ada tombol yang ditekan maka *row* (baris) akan berlogika *High* dan output dari kolom akan berlogika *low*. Kolom akan di*scan* yang dikontrol oleh oscillator yang didalamnya terdapat *Schmitt trigger oscillator*. Ketika ada tombol yang ditekan, misalnya tombol "1", tidak akan terjadi apapun apabila input X1 dalam keadaan off, dan saat Y1 masih dalam keadaan high. Ketika X1 dalam keadaan discan maka X1 akan berloigika *low* dan Y1 akan berlogika *low* pula. Keadaan Y1 yang menjadi *low* akan menjadi inisial waktu *key bonce circuit*, dan keadaan ini akan mengunci keadaan data input Y yang lain.. Apabila keadaan input Y1 dalam keadaan atau berlogika *high* lagi, maka *scan* akan di*restart* kembali dan me*riset key bonce circuit*.

Pada AT89C2051 saat mulai dihidupkan akan menulis logika "1" pada seluruh port. Untuk memeriksa tombol-tombol 1, 4, 7, CAN mana yang ditekan

2.2 Sensor Temperatur

Untuk kebutuhan rangkaian guna mendeteksi suhu pada air akuarium akan digunakan sensor suhu IC LM35. Dimana LM35 merupakan rangkaian yang terintegrasi untuk sebuah sensor temperatur yang sangat presisi, dimana tegangan keluarannya sangat sebanding dengan derajat temperatur Celcius. Jadi LM35 mempunyai keuntungan diatas sensor yang dikalibrasi dengan menggunakan derajat dalam Kelvin, dimana sebagai pengguna tidak memerlukan pengurangan nilai tegangan dari keluaran sensor untuk mendapat hasil yang sangat mendekati didalam pengukuran.

IC LM35 ini tidak memerlukan kalibrasi atau penyetelan dari luar untuk menyediakan tipikal akurasi dari ± ¼ ^{0}C pada suhu ruang dan ± ¾ ^{0}C diatas penuh batas temperatur -55 ^{0}C sampai +150 ^{0}C. LM35 mempunyai impedansi keluaran rendah, keluaran yang linier dan memiliki sifat kalibrasi atau penyetelan yang sangat teliti sehingga membuat IC LM35 ini sangat mudah dalam penghubungan. Pembacaan keluaran *single power supply* atau dengan penambahan atau pengurangan supply. IC ini hanya mengambil 60 µA dari supply, yang menyebabkan pemanasan yang terjadi pada IC ini sangat kecil, sekitar 0,1 ^{0}C pada keadaan luar.

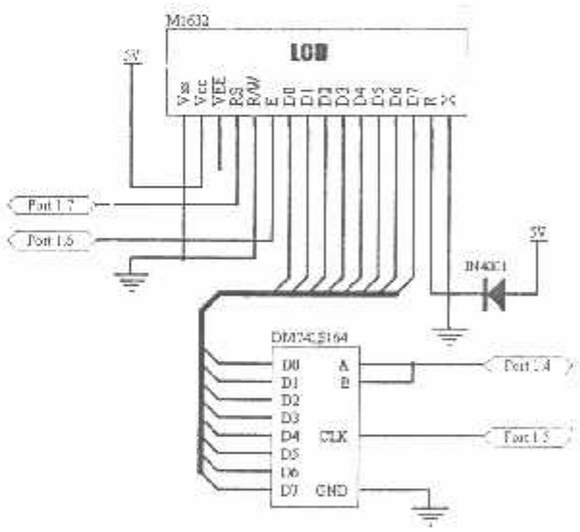
IC LM35 beroperasi pada batas temperatur diatas -55 ^{0}C hingga sampai batas +150 ^{0}C (dengan meningkatkan keakuratan sekitar -10 ^{0}C).

Keunggulan IC LM35 antara lain :

- Pengkalibrasian langsung dalam derajat Celcius.
- Persamaan satuan +10,0 mV/^{0}C.

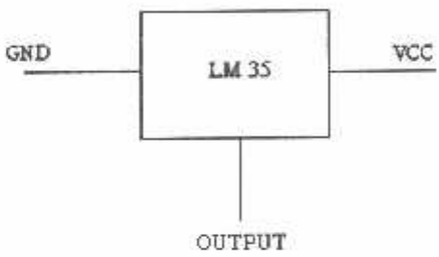
maka dikirimkan logika "0" pada P1.4, kemudian hasilnya dibaca pada P1.0–P1.3. Misal, jika tombol "1" ditekan, maka pada P1.0 = 0. Dengan demikian P1.0-P1.3 =0001. Demikian seterusnya mekanisme pembacaan keypad untuk penekanan tombol yang lain.

5. Jelaskan mekanisme penulisan data oleh R8C/13 ke LCD secara detail (hubungan R8C/13 ke DM74LS164) ?



LCD dot matrik ini membutuhkan sepuluh buah pin masukan/keluaran dari mikrokontroler dan IC 74164. Adapun dua buah pin yakni port 1.7 pada penyemat RS yang digunakan sebagai sinyal pemilih register dan port 1.6 *(clock)* pada penyemat Enable digunakan sebagai sinyal operasi awal, sinyal enable ini mengaktifkan data tulis atau baca oleh mikrokontroler, penyemat D0-D7 yang dihubungakan ke pin data IC74164 digunakan untuk menampilkan karakter yang dikehendaki oleh mikrokontroler.

- Memberikan garansi keakuratan 0,5 ^{0}C pada suhu +25 ^{0}C.
- Batas suhu sekitar -55 ^{0}C hingga sampai batas +150 ^{0}C.
- Beroperasi pada tegangan 4V hingga 30V.
- Kurang dari 60 μA arus yang dibutuhkan.
- Pemanasan yang sangat rendah, antara 0,08 ^{0}C didalam ruang.
- Keluaran impedansi yang rendah, untuk 0,1 Ω pada 1 mA.



Gambar 2.6. Pin Sensor Suhu LM35 [2]

2.3. Infra Red

Spektrum cahaya juga termasuk gelombang elektromagnetik dan dapat dikelompokkan menjadi beberapa macam yaitu cahaya tampak dan cahaya tak tampak. Di dalam cahaya, kompleks dua sifat itu menjadi satu contohnya cahaya matahari, yang di dalamnya memiliki macam-macam cahaya yang biasa disebut pelangi. *Infra Red* ini termasuk golongan cahaya tak tampak oleh mata kita, memiliki panjang gelombang kurang lebih 0,7 – 100 x 10^{-6} m.

Gelombang elektromagnetik tersebut dapat dibagi dalam beberapa daerah, yaitu : gelombang radio, gelombang makro, sinar *infra red,* sinar ultra violet,

Data dari P1.4 R8C/13 akan masuk ke port serial data pada 74LS164. *Clock* pada 74LS164 akan menentukan *output* pada D0-D7. Berikut tabel I/O dari proses penulisan data pada 74LS164.

Input			Output	
clock	**A**	**B**	**D0**	**D1.....D7**
X	X	X	L	L.....L
L	X	X	D0	D1..... ...D7
∧	H	H	H	D0.....D6
∧	L	X	L	D0.....D6
∧	X	L	L	D0.....D6

H = *high*

L = *low*

X = *dont care*

∧ = transisi dari *low* ke *high*

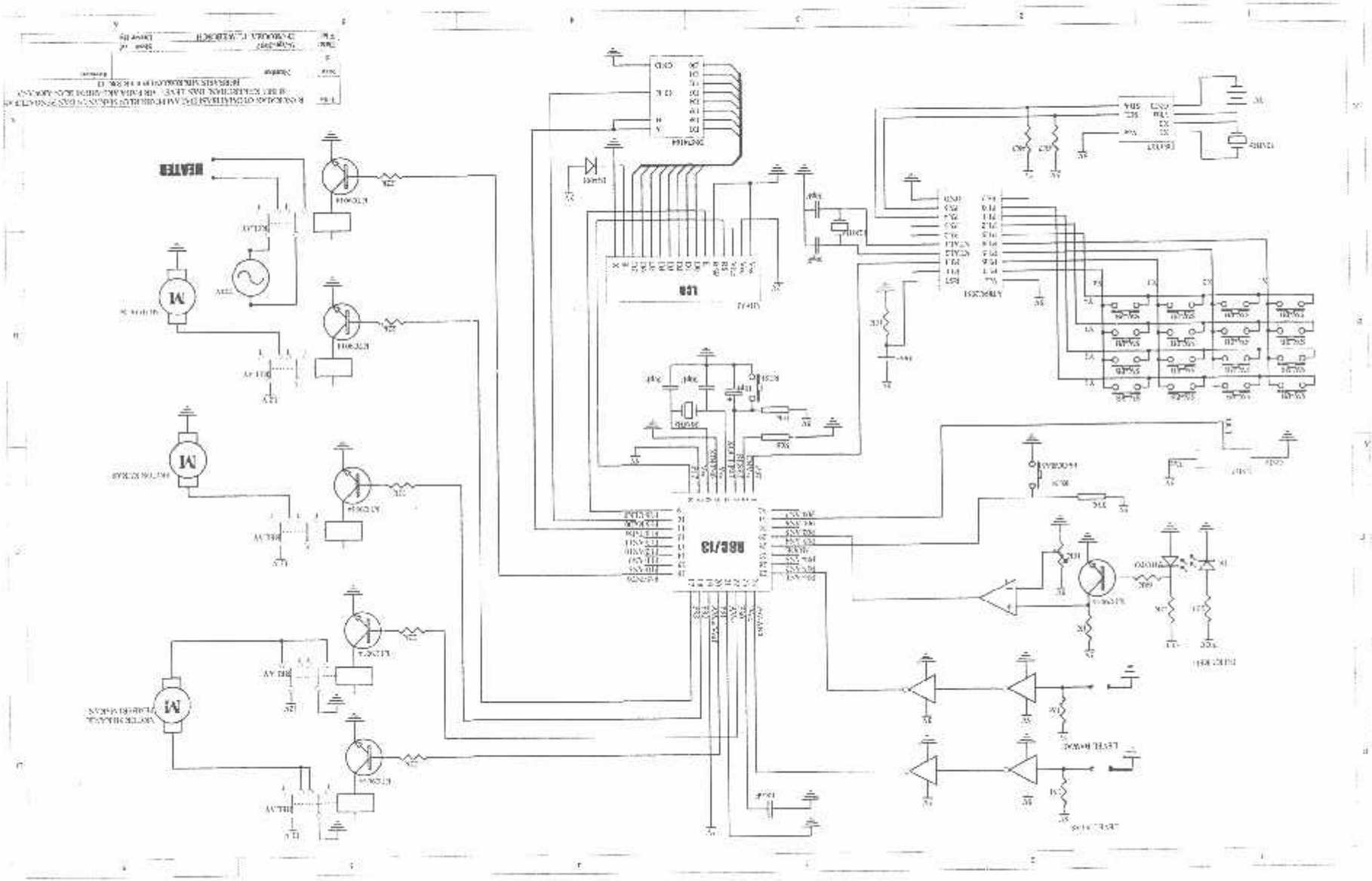
Ketika terdapat data pada jalur data, data tersebut akan ditahan dengan memberikan *clock* pin E pada LCD. Pin RS menentukan apakah data yang ditahan akan digunakan sebagai instruksi untuk mengatur *setting* tampilan pada LCD atau sebagai kode karakter yang diperlukan LCD untuk menampilkan suatu karakter. Sedangkan untuk pin R/W pada LCD dihubungkan ke *ground* karena dalam hal ini LCD hanya melakukan operasi write atau operasi menampilkan karakter.

sinar X, dan sinar gama. Sifat dari spectrum *Infra Red* tidak berbeda jauh dengan cahaya tampak, diantaranya yaitu : dapat memancarkan cahaya yang merupakan satu garis lurus dan dapat menembus benda-benda transparan, serta dapat pula dipantulkan oleh benda yang memantulkan cahaya, misalnya : cermin. Spektrum *Infra Red* banyak digunakan untuk keperluan elektromagnetik, terutama untuk alat yang menggunakan pengaturan dari jarak jauh atau sistem yang menggunakan *remote* kontrol. Beberapa keuntungan penggunaan spektrum *infra red* adalah :

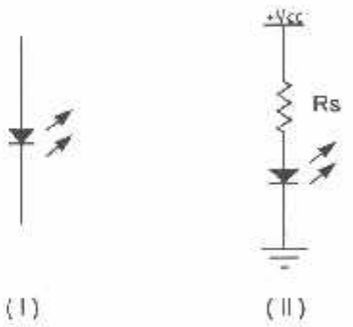
- *Infra red* mempunyai panjang gelombang yang kecil pada daerah frekuensi tertentu dengan panjang gelombang $0,7 - 10^{-6}$ m.
- Pemancar *infra red* membutuhkan sumber tegangan kecil.
- Tidak mengganggu pemakaian udara untuk kepentingan umum sehingga tidak memerlukan ijin khusus.
- Spectrum *infra red* merupakan cahaya yang tidak tampak, sehingga dapat digunakan untuk keperluan rahasia.

2.3.1 LED (*Light Emitting Dioda*)

Dioda pancar cahaya (*light Emiting Diode* = LED) adalah dioda semikonduktor khusus yang dirancang untuk memancarkan cahaya apabila arus melaluinya. Apabila diberi bias maju, energi elektron yang mengalir diubah menjadi energi cahaya. LED harus dioperasikan di dalam ukuran kerja tegangan dan arus tertentu untuk mencegah kerusakan. Sebagian besar LED membutuhkan 1,2 V sampai 2,5 V dan arus diantara 20 mA sampai 50 mA. Keuntungan utama penggunaan LED sebagai sumber cahaya dibandingkan dengan bola lampu cahaya



biasa adalah penggunaan daya yang jauh lebih rendah, jauh lebih lama umurnya, dan beroperasi dengan kecepatan tinggi. Dioda konvensional mengubah energi menjadi panas. Dioda *arsenide gallium* mengubah energi menjadi panas dan sinar inframerah. Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED dapat dilihat dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED [3]

Cara mengendalikan LED yaitu dengan memperhitungkan arus dan tegangan sumber. Besar arus LED yang diberikan dalam contoh rangkaian Gambar 2.7 adalah :

$$I = \frac{Vcc - V_{IR}}{R_s}$$

$$R_s = \frac{Vcc - V_{IR}}{I}$$

2.3.2 Fotodioda

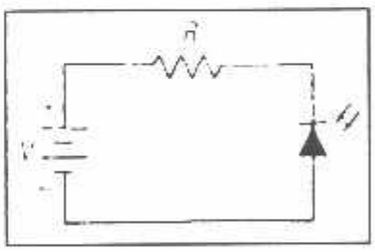
Komponen photodioda mempunyai karakteristik seperti komponen yang dinamakan '*solar cell*', yang merubah energi cahaya menjadi energi listrik. Jika

```
/***********************************************************************
                                                                       */
 FILE        :tes.c                                                    */
 DATE        :Thu, Sep 28, 2006                                        */
 DESCRIPTION :Main Program                                             */
 CPU TYPE    :Other                                                    */
                                                                       */
 This file is generated by Renesas Project Generator (Ver.4.0).        */
                                                                       */
***********************************************************************/

clude <stdio.h>
clude "sfr_r813.h"
clude "timer.h"
clude "lcdku.h"
clude "serial.h"
include "adda.h"
include "i2c.h"

igned char tm,suhu,b,tandam,jam,bufferj[4],j2,j1,m2,m1;
igned int a,ai,s,jamv,jams,i;

fine heater  p4_5
fine isi             p3_3
fine kuras   p3_2
fine putar   p3_1
fine putus   p3_0
fine sensora p0_7
fine sensorb p0_6
 fine keruh   p0_5
 fine limitd  p0_4
 fine limitb  p0_3
dc p01 >>> adc6

d initdir()

=0;pd3=0xff;pd3_7=0;pd4_5=1;pd1=0xff;
0;tandam=0;


d initADC(void)                                        //rutin inisialisasi adc

on0 = 0x01;  //prescaler fAD/2 (invalid), A/D conv disabled, P0 group
ected, oneshot mode, pin AN1 selected
on1 = 0x38; //0x38;  //Vref  connected, freq select at fAD valid, 10 bit mode
on2 = 0x00;  //0;//without sample and hold
dst = 1;             //start conversion

d tampila()

ak(1,1,"           ");
ak(2,1,"Suhu:");

d nguras()

ak(1,1,"Kuras     ");
as=1;
 le(sensorb==0);
as=0;
pila();

d mangan()

usek();
ak(1,1,"waktu makan");
ar=0;delay(1000);putus=1;
```

photodioda ini mendapat cahaya maka akan menghasilkan tegangan sekitar 0,5 volt dan arus yang dihasilkan tergantung dari intensitas cahaya yang masuk pada photodiode tersebut. Teknik ini biasa disebut sebagai '*unbiased current sourcing*' atau '*photovolataic mode*'. Teknik ini jarang digunakan karena tidak efisien dan mempunyai respon yang lambat tehadap pulsa-pulsa cepat sinyal cahaya.

Konfigurasi photodiode yang umum dipakai adalah teknik yang dikenal sebagai '*reversed biased*'. Pada mode *reverse bias*/bias terbalik, photodioda dibias dengan tegangan external mulai dari beberapa volt sampai sekitar 50 volt (tergantung karakteristik photodioda). Jika karakteristik photodioda tidak diketahui maka bias tegangan dapat diberi 12V agar tidak merusak photodioda tersebut.

Ketika photodioda ini mendapat cahaya, dalam hal ini cahaya *infra red* maka terdapat arus bocor yang relatif kecil. Besar-kecilnya arus bocor ini tergantung dari intensitas cahaya *infra red* yang mengenai photodiode tersebut. Gambar 2.8 di bawah menunjukkan rangkaian penerima photodioda.



Gambar 2.8. Fotodioda [3]

Dengan R_1 didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

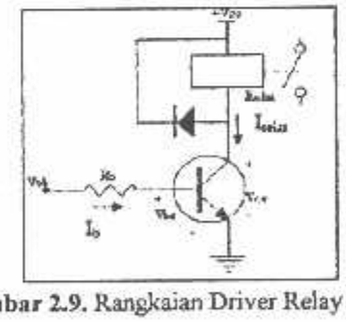
$$V_{CC} = V_{fd} + I_{R1} R_1$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{fd}}{I_{R1}}$$

```
le(limitd!=0);
us=0;
ay(2000);
ar=1;delay(1000);putus=1;
le(limitb!=0);
us=0;
pila();

d ngisi()

      //busek();
      cetak(1,1,"air kurang ");
      isi=1;
      while(sensora==1) ;
      isi=0;
      tampila();

d setmangan()

usek();
ic=0;
ak(1,1,"Jam makan:       ");
(1,12);
etsms();jams=b-48;dataout(b);
etsms();jams=(b-48)*10+jams;dataout(b);dataout(':');
etsms();jams=(b-48)*100+jams;dataout(b);
etsms();jams=(b-48)*1000+jams;dataout(b);

0;
ay(2000);tampila();
lric=1;

d setsuhu()

usek();
ic=0;
ak(2,1,"                 ");
ak(2,1,"Set suhu :");
(2,14);
etsms();dataout(b);s=(b-48)*10;
etsms();dataout(b);s=(b-48)+s;tm=0;
aout(0xdf);
ay(2000);cetak(2,1,"          ");tampila();
lric=1;

d tampils()

(2,7);
);
      for(ai=0;ai<20;ai++)
      {
      adcon0 &= 0xF8 ;
      adcon0 |= 0x06;
      asm("nop");
      adst = 1;
      while(adst) ;
      a=ad+a;
      }
      ai=a/40;
      a=((ai)/10)+48;dataout(a);
      a=((ai)%10)+48;dataout(a);
      dataout(0xdf);


agma INTERRUPT rx
d rx(void)
```

2.4. Relay

Relay adalah suatu alat untuk membuka dan menutup kontak secara elektrik dengan tujuan menghubungkan fungsi dari rangkaian ke rangkaian lainnya. Relay mempunyai impedansi yang rendah yang nilai impedansi kumparannya berkisar antara beberapa puluh sampai beberapa ratus ohm, sedangkan sumber penggerak masukan umumnya memiliki impedansi yang jauh lebih tinggi. Daya akan ditransfer secara maksimal dari sinyal penggerak ke kumparan relay jika impedansi sumber penggerak dan impedansi kumparan sesuai. Kontak-kontak tersebut ada dua macam, yaitu *Normally Open* dan *Normally Closed*. Normally open adalah relay yang kontaknya terbuka pada saat belum ada arus yang melalui kumparan dan tertutup saat ada arus. Sedangkan normally closed adalah relay yang kontaknya tertutup sebelum ada arus yang melalui kumparan dan terbuka pada saat ada arus.



Gambar 2.9. Rangkaian Driver Relay [5]

Cara kerja arus adalah sebagai berikut :

Jika ada masukan arus maka pada kumparan akan terdapat induksi magnetik yang nantinya akan menarik pegas kontak untuk merubah posisi awalnya menjadi terhubung ke bagian yang diinginkan. Setelah arus berhenti, maka tidak ada induksi sehingga kontak akan kembali ke posisi semula.

```
le(ri_u1c1 == 0);
     ri_u1c1 =0;
     u1c1 |= 1;
     //dataout(u1rb);
     //if(u1rb=='m') tandam='m';
     //if(u1rb=='s') tm='s';
     /*
     if(u1rb=='U') tm='U';
     if(u1rb=='D') tm='D';
     if(u1rb=='j') //tm='j';
     {pos(1,1);b=getsms();dataout(b);}
     */
     }
d tampilu()

     while(ri_u1c1 == 0)
     {
     //if(keruh==0) nguras();
     //if(sensora==1) ngisi();
     }
     ri_u1c1 =0;
     b=u1rb;
     u1c1 |= 1;
     if(b=='U') setmangan();
     if(b=='D') setsuhu();
     //if(b=='j') terimajam();
     if(b=='j') j2=getsms();jamv=(j2-48);
     if(b=='k') j1=getsms();jamv=jamv+(j1-48)*10;
     if(b=='l') m2=getsms();jamv=jamv+(m2-48)*100;
     if(b=='m') m1=getsms();jamv=jamv+(m1-48)*1000;
     pos(1,1); dataout(j2);
     pos(1,2);dataout(j1);dataout(':');
     pos(1,4);dataout(m2);
     pos(1,5);dataout(m1);

d main(void)

Inisialisasi Variable*/
     //unsigned char data;
     /* Inisialisasi tampila MK */
     asm("FCLR I");  // Interrupt disable
     prcr = 1;                  // Protect off
     cm13 = 1;                  // X-in X-out = Clock External
     cm15 = 1;                  // XCIN-XCOUT drivecapacity select bit : HIGH
     cm05 = 0;                  // X-in on
     cm16 = 0;                  // Main clock = No division mode
     cm17 = 0;
     cm06 = 0;                  // CM16 and CM17 enable
     asm("nop");
     asm("nop");
     asm("nop");
     asm("nop");
     ocd2 = 0;                  // Main clock change (x-tal)
     prcr = 0;                  // Protect on
     //s1ric=2;s0ric=0;txic=1;
     /* p1 sebagai keluaran dan p0 sebagai masukan */
     //pd1=0xff;
     initdir();
     pd3_7=0;
     asm("FSET I");
     /* Proses memasukkan dan mengeluarkan data */
     asm("FCLR I");
     initlcd();
     init_timer_X();
 initSerial();
```

2.5. Keypad 4 x 4

Untuk mempermudah pengunaan mikrokontroller sebagai alat proses, maka diperlukan sarana yang dapat menjadi penghubung penggunaan dengan alat kontrol, yaitu sebagai sarana input data yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroller.

Peralatan input data yang dapat menunjang mikrokontroller adalah beberapa saklar tekan yang menyatakan angka dan karakter yang disusun berbentuk matrik 4 kolom dan 4 baris dengan total tombol 16 buah. Keypad ini berfungsi untuk memberi masukan nilai derajat langsung ke minimum sistem. kemudian data ditampilkan pada LCD.

Rangkaian ini dapat dianalogikan dengan empat buah kabel terbuka yang disilang dengan empat buah kabel yang lain (diletakan diatasnya). Perlakuan ini akan menyebabkan perolehan 16 titik persilangan. Bila pada suatu titik kabel persilangan itu bersentuhan (salah satu ditekan hingga menyentuh kabel yang lain dibawahnya), maka diasumsikan bahwa tombol keypad pada posisi bersilangan tersebut ditekan. Berikut ini adalah gambar konfigurasi tombol Keypad :

1	2	3	COR
4	5	6	MEN
7	8	9	UP
CAN	0	ENT	DOWN

Gambar 2.10. Konfigurasi Tombol Keypad

```
    initADC();
    b=0;s=25;
    tampila();
    keruh=1;sensora=1;sensorb=1;limitd=1;limitb=1;
    //slric=1;
    heater=0;isi=0;kuras=0;putar=0;putus=0;
    while (1) ////////////////////////////////////////////////////
    {
(i=0;i<10;i++)

    tampilu();
    if((jams==jamv)&&(tandam==0)) tandam=1;//mangan();
    if(tandam==1) mangan();tandam=2;
    if((jams!=jamv)&&(tandam==2)) tandam=0;
    if((keruh==0)&&(sensorb==0)) nguras();
    if(sensora==1) isi=1;
    if(sensora==0) isi=0;
    if(ai<s) heater=1;
    if(ai>s) heater=0;

    tampils();


    }
```

2.6. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Liquid Crystal Display atau LCD merupakan komponen optoelektronik yaitu komponen yang bekerja atau dipengaruhi oleh sinar (optolistrik), komponen pembangkit cahaya (light emiting) dan komponen-komponen yang akan mengubah sinar. LCD terbuat dari bahan kristal cair yang merupakan suatu komponen organik dan mempunyai sifat optik seperti benda padat meskipun bahan tetap cair.

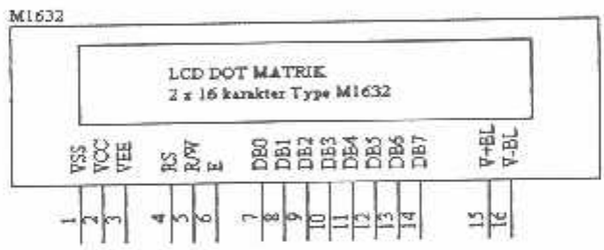
Sel kristal cair terdiri dari selapis bahan kristal cair yang diapit antara dua kaca tipis yang transparan. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair *(liquid crystal)* yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya seperti oxida timah *(tin oxide)* atau oxida indium *(indium oxide)*. Sel mempunyai ketebalan sekitar 1 x 10^{-5} meter dan diisi dengan kristal cair.

Karena sel-sel kristal cair merefleksikan cahaya dan bukan membangkitkan cahaya maka konsumsi daya yang dibutuhkan relatif rendah. Energi yang dipergunakan hanya untuk mengaktifkan kristal cair. Pada dasarnya LCD bekerja pada tegangan rendah (3 – 15 Vrms), frekuensi rendah (25 – 60 Hz) sinyal AC dan memakai arus listrik yang sangat kecil (25 - 300 μA). LCD seringkali ditata sebagai tampilan *seven segment* untuk menampilkan angka tetapi juga memiliki keistimewaan lain, yaitu kemampuan untuk menampilkan karakter dan berbagai macam simbol.

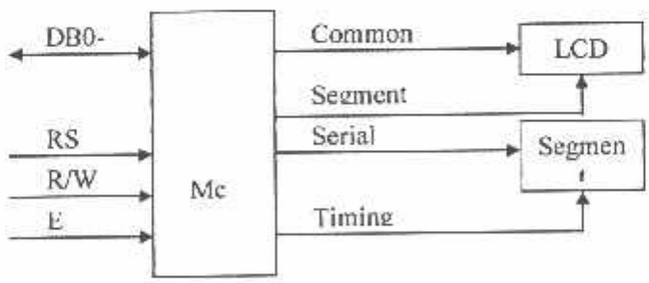
Salah satu jenis LCD diantaranya adalah LCD M1632, suatu jenis piranti dengan konsumsi daya yang rendah, disusun dari dot matrik dan dikontrol oleh

```
fine e                          p1_6
fine rs                         p1_7
fine con_lcd            p1_5
fine data_lcd           p1_4

igned char asu;
igned int jl,il;


d delay(unsigned int asu1)

(il=0;il<asu1;il++)

(jl=0;jl<625;jl++) ;


d delayx(int ni)

nt i;
 (il=0; il< ni ; il++)


d geser(unsigned char asu1)

              con_lcd=0;

(il=0;il<8;il++)

      data_lcd=(asu1 & 0x1)==0x1 ? 1 : 0;
      asm("nop");
              asm("nop");
              asm("nop");
              asm("nop");
              con_lcd=1;
      asm("nop");
              asm("nop");
              asm("nop");
              asm("nop");
              con_lcd=0;
              asu1=asu1>>1;


d callout(unsigned char asu1)

      rs=0;
      e=1;
      geser(asu1);
      delayx(10000);
      e=0;

id dataout(unsigned char asu1)

      rs=1;
      e=1;
      geser(asu1);
      delayx(5000);
      e=0;

d initlcd()

      callout(0x1);
      callout(0x38);
      callout(0x6);
      callout(0xc);
```

ROM atau RAM generator karakter dan RAM data display. Pengontrolan utamanya adalah pada ROM generator dan display data RAM yang menghasilkan kode ASCII jika padanya diberikan input ASCII. Untuk dapat difungsikan dengan baik maka perlu diperhatikan proses analisasi yang telah ditentukan oleh pabrik pembuatnya. Timing penganalisasian sangat dipertimbangkan, karena jika meleset sampai ordo *milisecon* maka dapat dipastikan LCD tidak dapat berfungsi.



Gambar 2.11. Konfigurasi Kaki LCD [4]



Gambar 2.12. Blok Diagram LCD [4]

Adapun karakteristik dari LCD M1632 antara lain :

- Dengan 16 karakter – 2 baris dalam bentuk dotmatrik 5x7 dan cursor
- *Duty ratio* 1/16
- Memiliki ROM pembangkitan karakter untuk 192 jenis karakter
- RAM untuk data display sebanyak 80x8 bit
- Dapat dirangkai dengan MPU 8 bit/4 bit

```
d pos(int i,int n)

i==1)
      asu=0x80+n-1;
e
      asu=0xc0+n-1;
      callout(asu);

d cetak(int i,int n,unsigned char *text)


      pos(i,n);
le(*text)
      {

      //asu=(*text++);
      dataout(*text++);
      }

d busek()

:ak(1,1,"                    ");
:ak(2,1,"                    ");
;(1,1);
```

- RAM data display dan RAM pembangkit karakter dapat dibaca oleh MPU
- Memiliki fungsi instruksi antara lain *display on/off, Cursor on/off, display* karakter *blink, cursor shift* dan *display shift*
- Memiliki rangkaian osilator sendiri
- Catu tegangan tunggal yaitu ± 5 V
- Memiliki rangkaian reset otomatis pada catu daya yang dihidupkan
- Temperatur operasi 0^0 - 50^0

LCD memiliki 16 pin yang masing-masing mempunyai fungsi sebagai berikut :

Tabel 2.2. Fungsi Tiap Pin LCD

No. Pin	Simbol	Level	Fungsi	
1	V_{SS}	-	Power Supply	0 V (GND)
2	V_{CC}	-		5 V ± 10%
3	V_{DD}	-		For LCD Drive
4	RS	H/L	Sinyal seleksi register H ; Data Input [register data (write/read)] L ; Instruction Input [register instruksi (write), busy flag dan address counter (read)]	
5	R/W	H/L	H ; Read L ; Write	
6	E	H	Enable Signal [sinyal penanda mulai operasi, aktif saat operasi write atau read]	
7	DB0	H/L	4 bit bus data lower 2 arah, dapat dibaca atau ditulis terhadap mikrokontroler	
8	DB1	H/L		
9	DB2	H/L		
10	DB3	H/L		
11	DB4	H/L	4 bit bus data upper 2 arah, dapat dibaca atau ditulis terhadap mikrokontroler, DB7 juga sebagai busy flag	
12	DB5	H/L		
13	DB6	H/L		
14	DB7	H/L		
15	V+BL	-	Back Light Supply	4 - 4,2 V 50 – 200 mA
16	V-BL	-		0 V (GND)

Sumber: [4]

```
d initSerial(void)

      /* parity disable, 1 stop bit */
      /* internal clock, UART mode 8 bits data length */
      u1mr = 0x05;
      /* data dikirim LSB dulu,TxD is CMOS output, /*
      /* tidak ada data, prescaler dibagi 1 */
      u1c0 = 0x08;//0x08;
      /* baud rate 9600 at 20 MHz     */
      u1brg = 129;
      /* re = 1;      enable reception */
      u1c1 |= 0x05;
      /* interupt at transmit completed, TXd11 activated */
      ucon |= 0x26;


id kirim_serial(char data)

      u1tb=data;
      while(txept_u1c0 == 0);
      //txept_u1c0 = 0;
      u1rb = data;
      u1c1 |= 1;
      //delay(1);
      delayx(20);

id kirimenter(char data)

      u1tb=data;
      while(txept_u1c0 == 0);
      //txept_u1c0 = 0;
      u1rb = data;
      u1c1 |= 1;
      //delay(1);
      delayx(11);

igned GetChar()

le(ri_u0c1 == 0);
      ri_u0c1 =0;
      //dataout(u0rb);
      //asu1=u0rb;
      u0c1 |= 1;
      return u0rb;

igned getsms()

ile(ri_u1c1 == 0);
      ri_u1c1 =0;
      //dataout(u0rb);
      //asu1=u0rb;
      u1c1 |= 1;
      return u1rb;


id kirimgps(unsigned char *text)

      while( *text!=',' )          // while not end of text
      {
            kirim_serial(*text++);  // Write character and increment position
      }
turn;


id kirimasli(unsigned char *text)
```

2.6.1 Instruksi Operasi

Tabel 2.3. Instruksi Pada LCD

Instruksi	RS	RW	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Display Clear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
Display On/Off	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Cursor Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*
Function Set	0	0	0	0	1	DL	1	*	*	*
CG RAM Address Set	0	0	0	1	A_{CG}					
DD RAM Address Set	0	0	1	A_{DD}						
BF/Address Read	0	1	BF	AC						
Data Write to CG RAM	1	0	Write Data							
Data Read from CG RAM	1	1	Read Data							

*Invalid Bit

A_{CG} : CG RAM Address ; A_{DD} : DD RAM Address

Sumber: [4]

2.6.2 Operasi Dasar

- Register

  Kontrol dari LCD memiliki 2 buah register 8 bit yaitu register instruksi (IR) dan register data (DR). IR memiliki instruksi seperti display, clear, cursor shift dan display data (DD RAM) serta karakter (CG RAM). DR menyimpan data untuk ditulis ke DD RAM ataupun membaca data dari DD RAM dan CG RAM. Ketika data ditulis ke DD RAM atau CG RAM maka DR secara otomatis menulis data ke DD RAM atau CG RAM. Ketika data pada CG RAM atau DD RAM akan dibaca maka alamat data ditulis pada IR. Sedangkan data akan dimasukkan melalui DR sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler.

```
                                    serial
      while( *text!='?' )          // while not end of text
      {
            kirim_serial(*text++);  // write character and increment position
      }
urn;

d enter()

      kirimenter(0x0D);
      // kirimenter(0x0A);

id Send_Text(unsigned char *text)

      while( *text )          // while not end of text
      {
      kirim_serial(*text++);  // write character and increment position
      //delay(100);
      }
urn;
```

Tabel 2.4. Pemilihan Register Pada LCD

RS	RW	Operasi
0	0	Seleksi IR, IR Write Display Clear
0	1	Busy Flag (DB7), @ Counter (DB0-DB7) Read
1	0	Seleksi DR, DR Write
1	1	Seleksi DR, DR Read

Sumber: [4]

- Busy Flag

  Busy Flag menunjukkan bahwa modul siap untuk menerima instruksi selanjutnya sebagaimana terlihat pada tabel diatas. Register seleksi sinyal akan melalui DB7 jika RS=0 dan R/W=1. Jika bernilai 1 maka sedang melakukan kerja internal dan instruksi tidak akan dapat diterima, oleh karena itu status dari flag harus diperiksa sebelum melaksanakan instruksi selanjutnya.

- Address Counter (AC)

  AC menunjukkan lokasi memori dalam modul LCD. Pemilihan lokasi alamat lewat Ac diberikan lewat register instruksi (IR) ketika data pada A, maka AC secara otomatis menaikkan atau menurunkan alamat tergantung dari Entry Mode Set.

- Display Data RAM

  Pada LCD, masing-masing line memiliki range alamat tersendiri. Alamat itu diekspresikan dengan bilangan hexadesimal. Untuk line 1 range alamat berkisar antara 40_H-$4F_H$.

- Character Generator ROM (CG ROM)

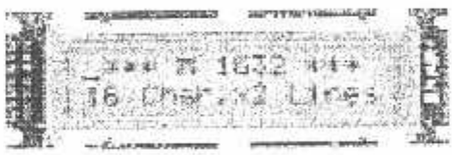
  CG ROM memiliki tipe dot matrik 5x7, dimana pada LCD telah tersedian ROM sebagai pembangkit karakter dalam kode ASCII.

```
ifndef adda_C
define adda_C

define ADDA_ADDR                0x90
define EEPROM_ADDR              0xA0
define RTC_ADDR                 0xD0
define RTC_Detik                0
define RTC_Menit                1
define RTC_Jam          2
define RTC_Hari                 3
define RTC_Tanggal              4
define RTC_Bulan                5
define RTC_Tahun                6

/#define SCL                                   P2_0
/#define SDA                                   P2_1
define SCL                                    P3_5
define SDA                                    P3_4

har code *ptrTextHari[7] =

        "Sen",
        "Sel",
        "Rab",
        "Kam",
        "Jum",
        "Sab",
        "Mgg"
;

oid i2c_start(void)

        SCL = 0;
        SDA = 1;
        SCL = 1;
        _asm
        nop

        nop
        _endasm;
        SDA = 0;
        _asm
        nop
        nop
        nop
        nop
        _endasm;
        SCL = 0;
}

void i2c_stop(void)
{
        SCL = 0;
        SDA = 0;
        SCL = 0;
        _asm
        nop
        nop
        nop
        nop
        _endasm;
        SDA = 1;
}

void i2c_write(unsigned char angka)
{
```

- Character Generator RAM (CG RAM)

  CG RAM dipakai untuk pembuatan karakter tersendiri melalui program.

  Adapun bentuk fsik dari LCD M1632 adalah pada gambar berikut :

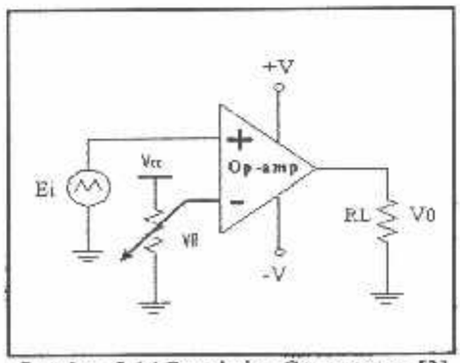


Gambar 2.13. Liquid Crystal Display [4]

2.7. Comparator

Sebuah pembanding membandingkan tegangan isyarat pada satu masukan dengan suatu tegangan acuan pada masukan lainnya. Op-amp serba guna telah digunakan sebagai tambahan untuk IC yang telah dirancang untuk pembanding.

Tegangan keluaran op-amp serbaguna tidak berubah dengan sangat cepat. Lagi pula, keluarannya berubah-ubah diantara batas-batas yang ditetapkan oleh tegangan-tegangan jenuh, $+V_{sat}$ dan $-V_{sat}$ yang biasanya kira-kira ± 12V. karena itu keluaran tersebut tidak dapat menggerakan piranti, misalnya semacam IC logik digital TTL, yang memerlukan taraf tegangan antara 0 dan +5V.



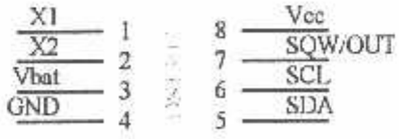
Gambar 2.14 Rangkaian Comparator [3]

```
	unsigned char i;

	for (i=8; i!=0; i--)
	{
		SDA = (angka & 0x80)==0x80 ? 1 : 0;
		SCL = 1;
		_asm
		nop
		nop
		nop
		nop
		_endasm;
		SCL = 0;
		angka = angka << 1;
}
	SDA = 1;
	SCL = 0;
	_asm
	nop

	nop
	nop
	_endasm;
	while(SDA);
	SCL = 0;
	_asm

	nop
	nop
	_endasm;


signed char i2c_read(unsigned char last_addr)

	unsigned char i,data_output;

	SDA = 1;

	for(i=8; i!=0; i--){
		data_output = data_output << 1;
		_asm
		nop
		nop
		nop
		_endasm;
		SCL = 1;
		_asm
		nop
		nop
		_endasm;
		if (SDA==1) data_output  |= 0x01;
		else data_output  &= ~0x01;              SCL = 0;
	}
	//data_output=data_output+0x80;
	if (!last_addr) SDA = 1;
	else
	SDA = 1;
	SCL = 0;
	_asm
	nop
	nop
	nop
	nop
	_endasm;
	SCL = 1;
	_asm
```

2.8. RTC *(Real Time Clock)* DS 1307

RTC DS1307 adalah RTC *low power* dengan sistem *full Binary-Coded Decimal (BCD) clock*/kalender memiliki 56 bytes NV SRAM. Alamat dan data ditransfer secara berurutan melalui IIC™, *bidirectional bus*. *Clock*/kalender menyediakan detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan informasi tahun. Akhir tanggal pada tiap bulan secara otomatis disesuaikan selama berbulan-bulan, mencakup koreksi untuk tahun kabisat. Jam beroperasi di dalam format 24 jam atau 12 jam dengan indikator AM/PM. DS1307 mempunyai suatu *built-in power-sense* sirkuit yang mendeteksi gangguan daya dan secara otomatis men-*supply* baterai. RTC DS1307 adalah serial RTC produk MAXIM, memiliki kelebihan :

- Akses data secara serial sehingga menghemat pin-*out* untuk perangkat pengakses.
- Dilengkapi pin untuk baterai *back-up*, sehingga tidak perlu menambah rangkaian untuk baterai *back-up*.
- Konsumsi daya yang kecil, dengan hanya memakai 3V baterai CR2032 bisa untuk masa pakai 10 tahun.



Gambar 2.15. RTC DS1307 [6]

Fungsi-fungsi pin :

- Vcc – GND dihubungkan dengan *supply* tegangan.
- Vbat, pin untuk batcai *back-up*, digunakan baterai 3V.

```
        nop
        nop

        nop
        nop
        _endasm;
        return data_output;


oid delay_ms(unsigned int nilai)

        unsigned char angka,angka1;
        do{
                angka1 = 2;
                do{
                        angka = 0;
                        do{
                                angka--;
                        }while(angka != 0);
                        angka1--;
                }while(angka1 != 0);
                nilai--;
        }while(nilai !=0);


nsigned char read_adc(unsigned char channel)

    unsigned char datax;
    i2c_start();
    i2c_write(ADDA_ADDR);
    //i2c_write((channel+0x10));
       i2c_write((channel+0x0));
    i2c_stop();
    i2c_start();
    i2c_write(ADDA_ADDR | 1);
    datax = i2c_read(0);
    i2c_stop();
    return datax;


oid write_dac(unsigned char tmp1, unsigned char tmp2)

    i2c_start();
    i2c_write(ADDA_ADDR);
    i2c_write(tmp1+0x10);
    //i2c_write(tmp1+0x0);
    i2c_write(tmp2);
    i2c_stop();


nsigned char bcd2dec(unsigned char input)

    unsigned char tmp_data, tmp1;

    tmp_data = input;
    tmp1 = tmp_data % 16;
    if (tmp_data > 15) tmp_data = tmp_data / 16;
    else tmp_data = 0;
    tmp_data = (tmp_data * 10)+tmp1;
    return tmp_data;


nsigned char dec2bcd(unsigned char input)

    unsigned char tmp_data;

    if (input > 9) tmp_data = ((input / 10)*16) + (input % 10);
```

- SCL, pin input untuk *clock* yang dikirim oleh *peripheral master (peripheral* yang mengakses DS1307).
- SDA, pin *bidireccional* yang berfungsi sebagai I/O tergantung proses yang sedang berlangsung.

2.9. Transistor Sebagai Saklar

Cara yang paling mudah menggunakan sebuah transistor adalah sebagai saklar, artinya transistor dioperasikan pada salah satu dari saturasi atau *cut off*. Jika transistor berada pada titik saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor *cut off* maka transistor akan seperti sebuah saklar yang terbuka.

Transistor yang difungsikan sebagai saklar diperlihatkan dalam Gambar 2.17. Pada rangkaian tersebut merupakan penjumlahan tegangan disekitar *loop input*, sehingga diperoleh persamaan:

$$I_B.R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0$$

$$I_C.R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0$$

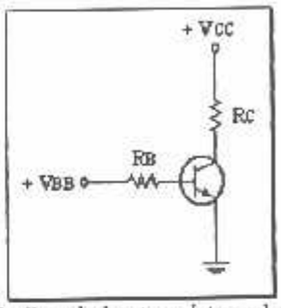
Schingga dengan persamaan di atas didapat persamaan untuk mengetahui besar arus pada kutub basis (I_B). Maka persamaan untuk arus pada basis dalam rangkaian transistor sebagai saklar adalah:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

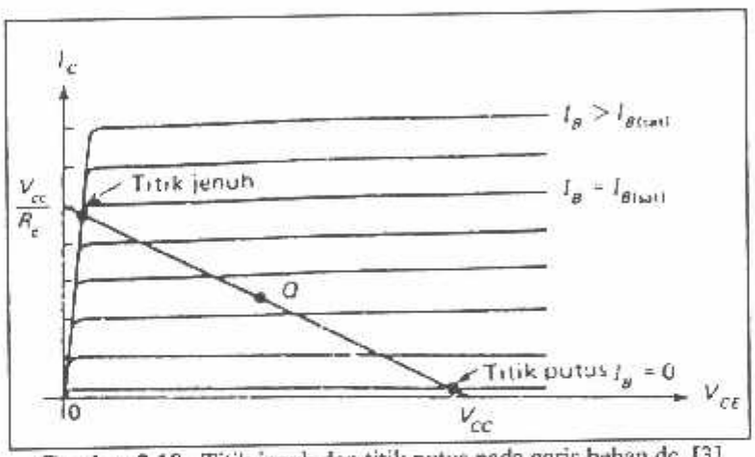
Jika arus basis lebih besar atau sama besar dengan I_B (sat), titik kerja Q berada pada ujung atas dari garis beban (Gambar 2.18). Dalam hal ini transistor

```
   else
      tmp_data = input;
   return tmp_data;


;igned char read_rtc(unsigned char alamat)

   unsigned char tmp_data;

   i2c_start();
   i2c_write(RTC_ADDR);
   i2c_write(alamat);
   i2c_stop();
   i2c_start();
   i2c_write(RTC_ADDR | 1);
   tmp_data = i2c_read(0);
   i2c_stop();
   return bcd2dec(tmp_data);


id write_rtc(unsigned char alamat, unsigned char datax)

       i2c_start();
   i2c_write(RTC_ADDR);
   i2c_write(alamat);
   if (alamat < 7)
      i2c_write(dec2bcd(datax));
   else
      i2c_write(datax);
   i2c_stop();


;igned char read_EEPROM(unsigned char alamat)

   unsigned char datax;
   i2c_start();
   i2c_write(EEPROM_ADDR);
   i2c_write(alamat);
   i2c_stop();
   i2c_start();
   i2c_write(EEPROM_ADDR | 1);
   datax = i2c_read(0);
   i2c_stop();
   return datax;


id write_EEPROM(unsigned char alamat, unsigned char nilai)

   i2c_start();
   i2c_write(EEPROM_ADDR);
   i2c_write(alamat);
   i2c_write(nilai);
   i2c_stop();
   delay_ms(10);


;igned char read_EEPROM2(unsigned char chip_addr,unsigned int address)

   unsigned char datax                                    ;
   unsigned char addresshi                          ;
   unsigned char addresslo                          ;
   unsigned char chip                                     ;
       addresshi      = address >> 8                      ;
       addresslo      = address                                  ;
       chip           = chip_addr << 1                    ;
   i2c_start()                                                   ;
   i2c_write(EEPROM_ADDR | chip )                   ;
```

kelihatan seperti sebuah saklar yang tertutup. Sebaliknya jika arus basis nol, transistor bekerja pada ujung bawah dari garis beban, dan transistor kelihatan seperti sebuah saklar yang terbuka.



Gambar 2.17. Rangkaian transistor sebagai saklar [3]



Gambar 2.18. Titik jenuh dan titik putus pada garis beban dc [3]

Titik potong antara garis beban dc dan kurva $I_B = 0$ dikenal sebagai titik putus *(cutoff)*. Pada titik ini, arus basis sama dengan nol, dan arus kolektor juga sangat kecil. Ternyata dalam keadaan ini, diode emiter tidak lagi mendapat prategangan maju dan fungsi normal dari transistor menjadi terhenti..

Titik jenuh *(saturasion)* adalah titik potong dengan kurva I_B pada ujung teratas dari garis beban dc. Untuk mudahnya, titik jenuh akan diberi koordinat $I_{C(sat)}$ dan $V_{CE(sat)}$. Arus kolektor pada titik ini ditentukan oleh

```
    i2c_write(addresshi)                                    ;
    i2c_write(addresslo)                                    ;
        i2c_stop()                                                          ;
    i2c_start()                                                         ;
    i2c_write(EEPROM_ADDR | (chip | 1 ))        ;
    datax = i2c_read(0)                                     ;
    i2c_stop()                                                          ;
    return datax                                                        ;

)id write_EEPROM2(unsigned char chip_addr,unsigned int address, unsigned char
'lai)

    unsigned char addresshi                                 ;
    unsigned char addresslo                                 ;
    unsigned char chip                                      ;
        addresshi       = address >> 8                      ;
        addresslo       = address                                       ;
        chip            = chip_addr << 1                    ;
        i2c_start()                                                     ;
    i2c_write(EEPROM_ADDR | chip_addr )         ;
    i2c_write(addresshi)                                    ;
    i2c_write(addresslo)                                    ;
    i2c_write(nilai)                                        ;
    i2c_stop()                                                          ;
    delay_ms(10)                                                        ;

:ndif
```

$$I_{c(sat)} = \frac{V_{cc} - V_{ce(sat)}}{R_c}$$

Dari gambar 2.18 tampak jelas bahwa titik jenuh ini sangat berdekatan dengan sumbu tegak. Karena lazimnya $V_{CE(sat)}$ hanya berharga beberapa kali 0,1 V, persamaan diatas sering dituliskan dalam bentuk

$$I_{c(sat)} \cong \frac{V_{cc}}{R_c}$$

Arus basis yang menyebabkan kejenuhan ini diberikan oleh:

$$I_{B(sat)} = \frac{I_{C(sat)}}{\beta_{dc}}$$

Bila arus basis melebihi $I_{B(sat)}$, arus kolektor tidak dapat bertambah lagi karena diode kolektor tidak lagi berfungsi (tidak mendapat prategangan balik). Dengan kata lain, $I_{C(sat)}$ merupakan harga maksimum dari arus kolektor yang dapat dihasilkan oleh rangkaian dengan prategangan basis pada tegangan catu dan hambatan kolektor tertentu.

```
#include <at89x51.h>
//#include "Pending.c"
#include "myser1.c"
//#include "lcdku.c"
#include "adda.c"


unsigned char pr,a,tom,tandamk,ik,mem[2],eep[4],jumlaha,jumlahb,alamat,ep;//,alamat;
unsigned char menit,jam;
int i,j;
//char alamat;

#define MatrikX1      P1_4
#define MatrikX2      P1_5
#define MatrikX3      P1_6
#define MatrikX4      P1_7
#define MatrikY1      P1_0
#define MatrikY2      P1_1
#define MatrikY3      P1_2
#define MatrikY4      P1_3


char Tombolnya()
{
        MatrikX1      = 0                   ;
        MatrikX2      = 1                   ;
        MatrikX3      = 1                   ;
        MatrikX4      = 1                   ;
        switch ( P1 & 0x0F )
        {
        case 0x0E:
                while(MatrikY1==0){;}
                return '1';
                break;
        case 0x0D:
                while(MatrikY2==0){;}
                return '4';
                break;
        case 0x0B:
                while(MatrikY3==0){;}
                return '7';
                break;
        case 0x07:
                while(MatrikY4==0){;}
                return 'N';
                break;
```

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
ITN
MALANG

```
}
MatrikX1      = 1                   ;
MatrikX2      = 0                   ;
MatrikX3      = 1                   ;
MatrikX4      = 1                   ;
switch ( P1 & 0x0F )
{
case 0x0E:
        while(MatrikY1==0){;}
        return '2';
        break;
case 0x0D:
        while(MatrikY2==0){;}
        return '5';
        break;
case 0x0B:
        while(MatrikY3==0){;}
        return '8';
        break;
case 0x07:
        while(MatrikY4==0){;}
        return '0';
        break;
}
MatrikX1      = 1                   ;
MatrikX2      = 1                   ;
MatrikX3      = 0                   ;
MatrikX4      = 1                   ;
switch ( P1 & 0x0F )
{
case 0x0E:
        while(MatrikY1==0){;}
        return '3';
        break;
case 0x0D:
        while(MatrikY2==0){;}
        return '6';
        break;
case 0x0B:
        while(MatrikY3==0){;}
        return '9';
        break;
case 0x07:
        while(MatrikY4==0){;}
        return 'E';
        break;
```

BAB III

PERENCANAAN DAN PERANCANGAN ALAT

Dalam perancangan alat ini dapat di bagi menjadi dua bagian yang terdiri atas perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak yang akan mendukung kinerja dari alat ini.

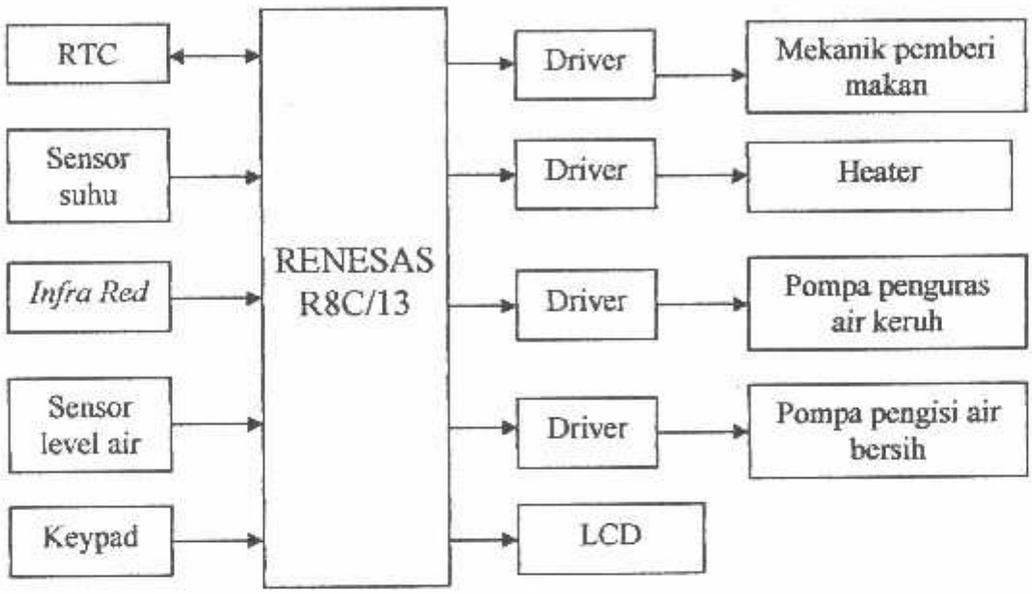
Pada perancangan perangkat keras meliputi diagram blok sistem, perancangan rangkaian sensor suhu untuk mengukur suhu dalam air, *infra red* sebagai sensor kekeruhan air, sensor level sebagai pengukur ketinggian air, *driver* relay sebagai penggerak motor (motor isi dan kuras air, motor pemberi makan) dan pengaktif pemanas *(heater)*, mikrokontroler R8C/13, keypad untuk mengeset suhu dan waktu kuras dan LCD menampilkan inputan keypad dan output dari sensor.

Dalam perancangan sistem otomatisasi pada akuarium ini dilakukan secara bertahap untuk memudahkan dalam menganalisa setiap bagiannya maupun dalam sistem secara keseluruhan. Setelah mengetahui rancangan perangkat kerasnya, maka diperlukan perangkat lunak untuk mengendalikannya melalui mikrokontroler. Bahasa yang digunakan adalah bahasa C untuk mikrokontroler R8C/13. Pada bab ini juga akan dijelaskan pembahasan penentuan spesifikasi atas sistem yang dirancang dalam blok diagram dan prinsip kerja sistem.

```
    }
    MatrikX1    = 1                 ;
    MatrikX2    = 1                 ;
    MatrikX3    = 1                 ;
    MatrikX4    = 0                 ;
    switch ( P1 & 0x0F )
    {
    case 0x0E:
          while(MatrikY1==0){;}
          return 'R';
          break;
    case 0x0D:
          while(MatrikY2==0){;}
          return 'M';
          break;
    case 0x0B:
          while(MatrikY3==0){;}
          return 'U';
          break;
    case 0x07:
          while(MatrikY4==0){;}
          return 'D';
          break;
    default:
          return 'Z';
    //    break;
    }

}

void key()
{
tom=Tombolnya();
while (tom=='Z')
{
tom=Tombolnya();
}
//PutChar(tom);
}
void kirimjam()
{

//Send_Text("Jam keluar : ");
PutChar('j');
a=read_rtc(2);
ep=(a/10)+48;PutChar(ep);
```

3.1. Blok Diagram

Adapun blok diagram dari perancangan alat ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Blok Diagram

Prinsip kerja bagian-bagian blok diagram :

1. Mikrokontroler R8C/13, berfungsi untuk mengendalikan kerja dari alat ini. Mikrokontroler mengolah data masukan dari *keypad* dan sensor untuk kemudian membeikan perintah kepada *software* untuk menggerakkan mekanik, mikrokontroler juga berfungsi mengendalikan tampilan pada LCD.
2. Sensor Suhu, berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi kondisi suhu pada air akuarium.
3. *Infra Red*, sebagai pendeteksi kekeruhan air yang akan menjadi inputan bagi pompa penguras air.

```
PutChar('k');
ep=(a%10)+48;PutChar(ep);//PutChar(':');
PutChar('l');
a=read_rtc(1);
ep=(a/10)+48;PutChar(ep);
PutChar('m');
ep=(a%10)+48;PutChar(ep);//PutChar(':');
//a=read_rtc(0);
//ep=(a/10)+48;PutChar(ep);
//ep=(a%10)+48;PutChar(ep);//PutChar(13);

}
// -----------------------------------------------
// Program Utama
// -----------------------------------------------
void main ()
{//* Begin of Main
        //initser(0xe8);//initlcd();
        initser(0xfd);
        write_rtc(1,35);write_rtc(2,18);write_rtc(0,0);
        while(1)
        {
    //kirimjam();

 tom=Tombolnya();
 while (tom=='Z')
 {
 kirimjam();
 tom=Tombolnya();
 }
 PutChar(tom);
 if(tom=='U')
 {
     key();
     PutChar(tom);eep[0]=jam;jam=(tom-48)*10;
     key();
     PutChar(tom);eep[1]=jam;jam=jam+(tom-48);
     key();
     PutChar(tom);eep[2]=menit;menit=(tom-48)*10;
     key();
     PutChar(tom);eep[3]=menit;menit=menit+(tom-48);
     /*
     if((jam>60)||(menit>60)) Send_Text("Salah Masukan");
     else {Send_Text("Jam makan : ");PutChar(eep[0]);PutChar(eep[1]);
           PutChar(eep[2]);PutChar(eep[3]);}*/
 }
```

4. Sensor level, sebagai pendeteksi ketinggian air dalam akuarium yang berfungsi sebagai inputan bagi pompa pengisi air.
5. *Driver*, rangkaian yang berfungsi untuk mengaktifkan pompa, mekanik makanan, dan pemanas *(heater)*..
6. *Keypad*, tombol yang digunakan sebagai set awal untuk menentukan waktu makan bagi ikan.
7. LCD, rangkaian yang berfungsi untuk menampilkan waktu yang di set melalui keypad.
8. RTC, sebagai basis pewaktuan.

3.2. Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari alat ini adalah mendeteksi suhu dan kekeruhan air dalam akuarium serta mengontrol pemberian makan dan melakukan pengurasan air secara otomatis.

Sensor suhu diletakkan dalam air pada akuarium untuk mendeteksi suhu air. Sensor suhu mempunyai keluaran berupa besaran analog. Agar keluaran sensor ini bisa dibaca oleh mikrokontroler maka besaran dari sensor ini harus diubah dahulu menjadi besaran digital oleh ADC *(Analog to Digital Converter)* yang sudah terdapat dalam mikrokontroler R8C/13 yang digunakan.

Keypad berfungsi untuk mengeset suhu dan waktu makan yang diinginkan. Pada saat suhu air berada di bawah set suhu maka relay akan mengaktifkan pemanas *(heater)* hingga dicapai suhu yang diinginkan. Sedangkan mekanik

```
else if(tom=='D')
{
   key();PutChar(tom);
   key();PutChar(tom);
}
else ;
   }

}//* End of Main
```

makanan akan aktif sesuai dengan waktu yang telah di set. Pengesetan suhu dan waktu akan ditampilkan melalui LCD.

Infra Red akan mendeteksi kekeruhan air dalam akuarium. Pada saat kekeruhan air melebihi set poin maka pompa penguras air akan aktif hingga air berada pada batas level bawah. Pada kondisi ini pompa pengisi air bersih akan aktif hingga ketinggian air akuarium berada pada level maksimum.

3.3. Spesifikasi Alat

Perancangan alat ini mempunyai beberapa spesifikasi sebagai berikut :

1. Akuarium ukuran 30cm x 30cm x 30cm sebagai miniatur alat.
2. Menggunakan mikrokontroler R8C/13 sebagai pengolah data dan pengontrol keseluruhan kinerja sistem.
3. Menggunakan LM35 sebagai sensor suhu.
4. *Infra Red* dan photodioda yang digunakan sebagai sensor kekeruhan.
5. Menggunakan Motor DC sebagai pompa air dan penggerak mekanik makanan.
6. *Keypad* untuk mengeset suhu dan waktu makan.
7. Tampilan menggunakan LCD.

1.2 Performance Outline

Table 1.1. lists the performance outline of this MCU.

Table 1.1 Performance outline

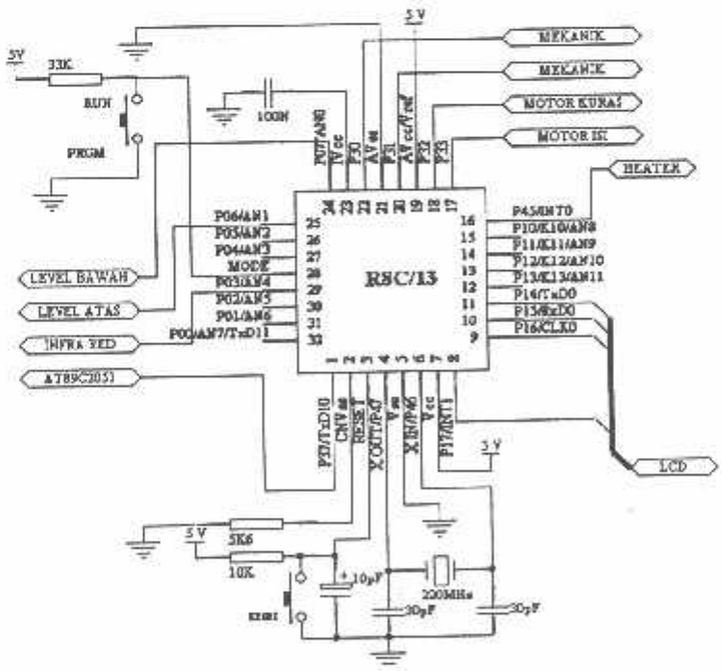
Item		Performance
CPU	Number of basic instructions	89 instructions
	Shortest instruction execution time	50 ns (f(XIN) = 20 MHz, Vcc = 3.0 to 5.5 V) 100 ns (f(XIN) = 10 MHz, Vcc = 2.7 to 5.5 V)
	Operating mode	Single-chip
	Address space	1M bytes
	Memory capacity	See Table 1.2.
Peripheral function	Interrupt	Internal: 11 factors, External: 5 factors, Software: 4 factors, Priority level: 7 levels
	Watchdog timer	15 bits x 1 (with prescaler) Reset start function selectable
	Timer	Timer X: 8 bits x 1 channel, Timer Y: 8 bits x 1 channel, Timer Z: 8 bits x 1 channel (Each timer equipped with 8-bit prescaler) Timer C: 16 bits x 1 channel Circuits of input capture and output compare.
	Serial interface	•1 channel Clock synchronous, UART •1 channel UART
	A/D converter	10-bit A/D converter: 1 circuit, 12 channels
	Clock generation circuit	2 circuits •Main clock generation circuit (Equipped with a built-in feedback resistor) •On-chip oscillator (high-speed, low-speed) On high-speed on-chip oscillator the frequency adjustment function is usable.
	Oscillation stop detection function	Stop detection of main clock oscillation
	Voltage detection circuit	Included
	Power on reset circuit	Included
	Port	Input/Output: 22 (including LED drive port), Input: 2 (LED drive I/O port: 8)
Electrical characteristics	Power supply voltage	Vcc = 3.0 to 5.5V (f(XIN) = 20MHz) Vcc = 2.7 to 5.5V (f(XIN) = 10MHz)
	Power consumption	Typ.9 mA (Vcc = 5.0V, (f(XIN) = 20MHz,High-speed mode) Typ.5 mA (Vcc = 3.0V, (f(XIN) = 10MHz,High-speed mode) Typ.35 µA (Vcc = 3.0V, Wait mode, Peripheral clock stops) Typ.0.7 µA (Vcc = 3.0V, Stop mode)
Flash memory	Program/erase voltage	Vcc = 2.7 to 5.5 V
	Number of program/erase	10,000 times (Data area)
		1,000 times (Program area)
Operating ambient temperature		-20 to 85°C -40 to 85°C (D-version)
Package		32-pin plastic mold LQFP

3.4. Perangkat Keras

Pada perancangan alat ini, perangkat keras yang digunakan terdiri atas beberapa bagian yaitu :

3.4.1. Mikrokontroler R8C/13 sebagai Minimum Sistem

Rangkaian minimum dari mikrokontroler R8C/13 terdiri dari tiga kapasitor, satu IC mikrokontroler, satu resistor dan satu kristal. Dengan rangkaian yang sederhana ini penulis membuat mikrokontoler R8C/13 sebagai minimum sistem yang menongtrol kinerja dari alat, disamping itu dapat dibuat bermacam-macam alat dengan menambah sedikit komponen tambahan lainnya. Dari rangkaian tersebut berpengaruh terhadap kecepatan proses menjalankan program adalah kristal. Adapun rangkaiannya ditinjukkan seperti gambar berikut ini :



Gambar 3.2. Rangkaian mikrokontroler [7]

1.3 Block Diagram

Figure 1.1 shows this MCU block diagram.

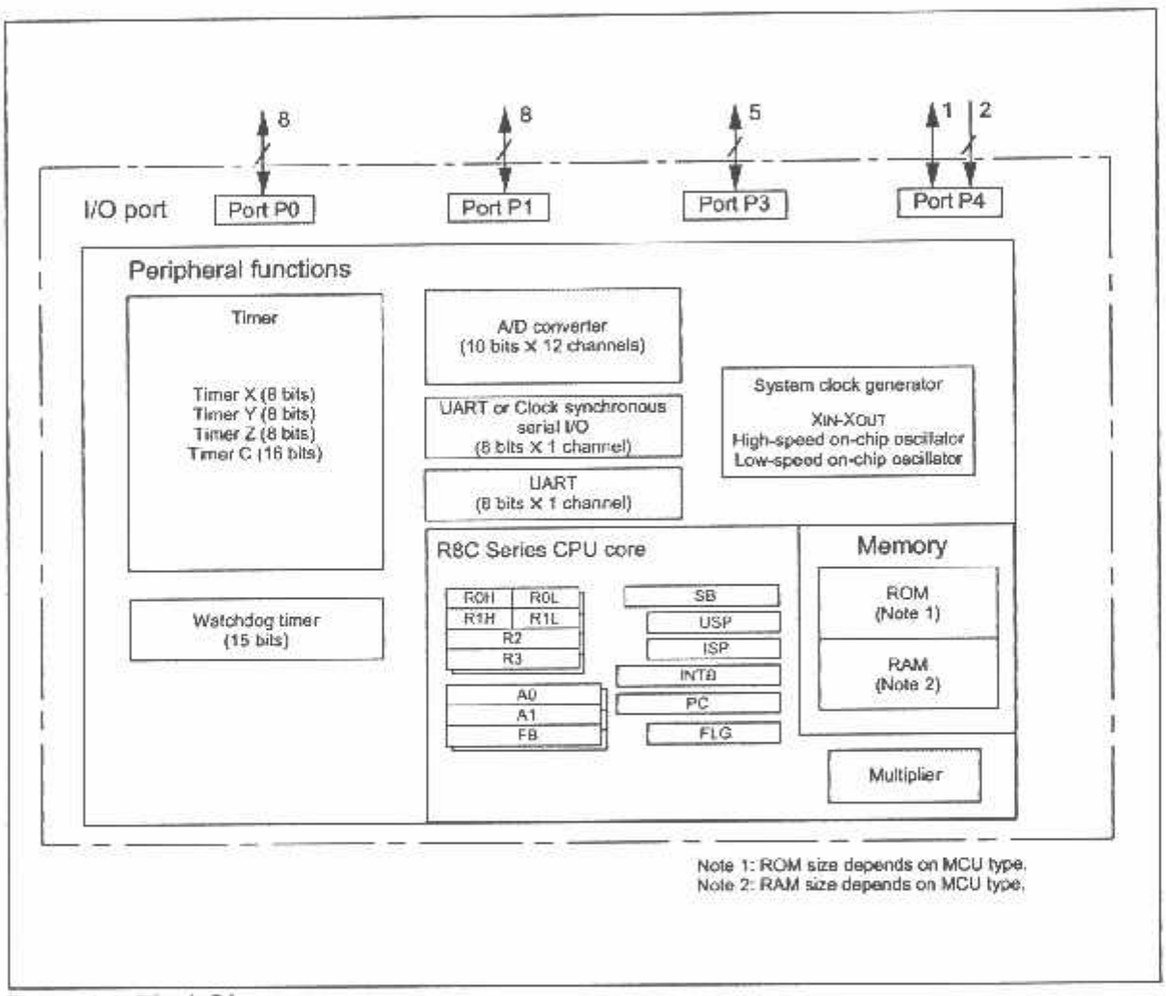


Figure 1.1 Block Diagram

Agar mikrokontroler dapat bekerja sebagai pengontrol, maka kaki-kaki/*port* mikrokontroler dihubungkan dengan rangkaian-rangkaian eksternal. Dalam perancangan ini, *port* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Port* 3 sebagai *port input* serta *output* dari jalur yang berbeda, yaitu :
    a. *Port* $3_{.7}$ sebagai *port input* dihubungkan dengan pin TXD pada AT89C2051 untuk menerima data input dari *keypad.*
    b. *Port* $3_{.0}$ dan $3_{.1}$ sebagai *port output* dihubungkan dengan relay untuk mengaktifkan motor DC pada mekanik makanan.
    c. *Port* $3_{.2}$ sebagai *port output* dihubungkan dengan relay untuk mengaktifkan motor DC pompa penguras air.
    d. *Port* $3_{.3}$ sebagai *port output* dihubungkan dengan relay untuk mengaktifkan motor DC pompa pengisi air.
2. *Port 0* digunakan oleh mikrokontroler sebagai *port input,* yaitu :
    a. *Port* $0_{.3}$ / AN_4 digunakan untuk menerima data dari *Infra Red.*
    b. *Port* $0_{.1}$ / AN_6 digunakan untuk menerima data dari sensor suhu.
    c. *Port* $0_{.6}$ / AN_1 digunakan untuk menerima data dari sensor level bawah.
    d. *Port* $0_{.7}$ / AN_0 digunakan untuk menerima data dari sensor level atas.

1.4 Product Information

Table 1.2 lists the products.

Table 1.2 Product List

As of April 2005

Type No.	ROM capacity		RAM capacity	Package type	Remarks
	Program area	Data area			
R5F21132FP	8K bytes	2K bytes x 2	512 bytes	PLQP0032GB-A	Flash memory version
R5F21133FP	12K bytes	2K bytes x 2	768 bytes	PLQP0032GB-A	
R5F21134FP	16K bytes	2K bytes x 2	1K bytes	PLQP0032GB-A	
R5F21132DFP	8K bytes	2K bytes x 2	512 bytes	PLQP0032GB-A	D version
R5F21133DFP	12K bytes	2K bytes x 2	768 bytes	PLQP0032GB-A	
R5F21134DFP	16K bytes	2K bytes x 2	1K bytes	PLQP0032GB-A	

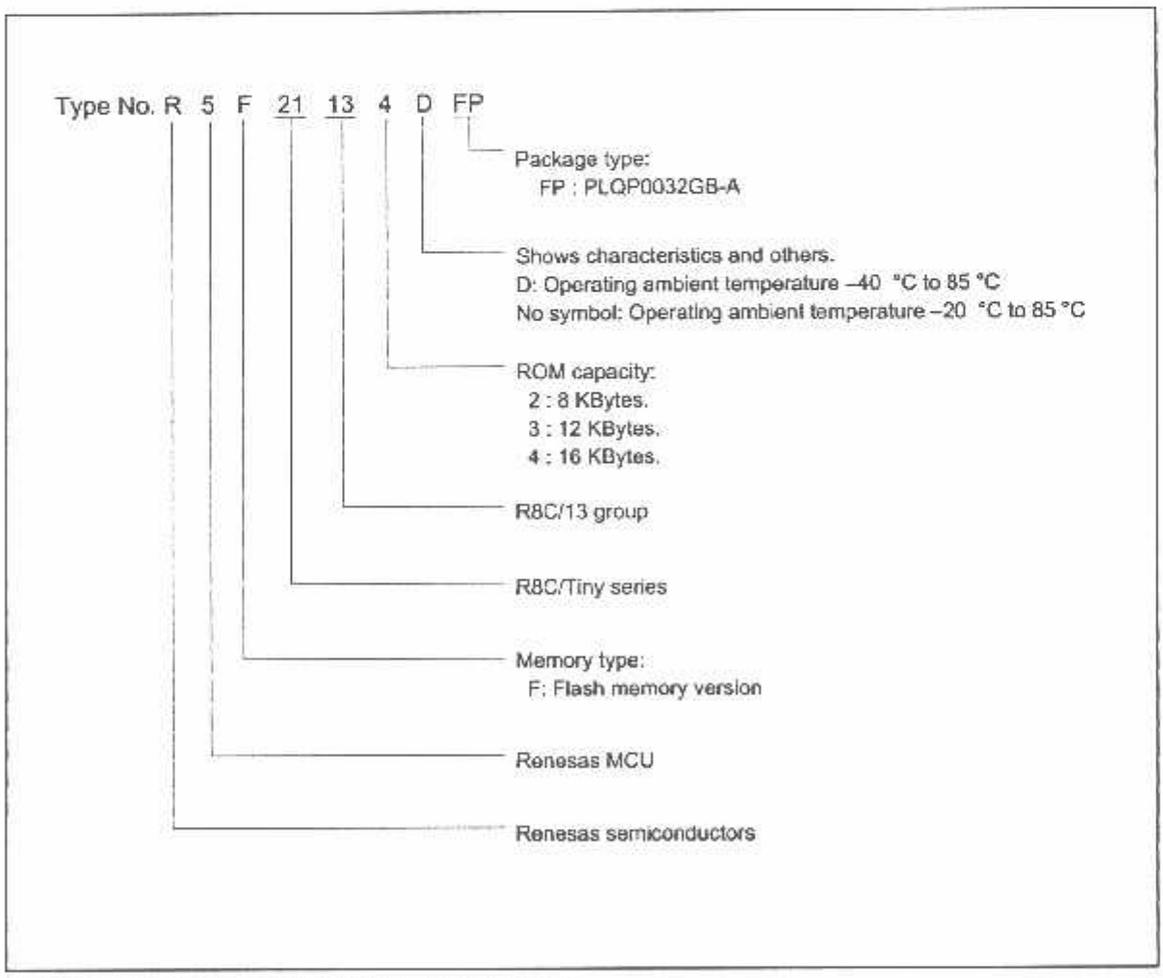


Figure 1.2 Type No., Memory Size, and Package

3. *Port* 1_4 – 1_7 digunakan oleh mikrokontroler sebagai *port output* dihubungkan ke LCD.

4. *Port* 4_5 sebagai *port output* dihubungkan dengan relay untuk mengaktifkan pemanas *(heater)*.

5. X_{IN} dan X_{OUT} digunakan sebagai input dari rangkaian oscillator kristal. Rangkaian ini terdiri dari kristal oscillator 20MHz, kapasitor C1 dan C2 yang masing-masing bernilai 30pF, akan membangkitkan pulsa *clock* yang menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal MCU (application Note R8C/13 in Circuit Programming).

6. V_{CC} dihubungkan dengan tegangan sebesar +5V sesuai dengan tegangan operasi *chip* tunggal yang diizinkan dalam data *sheet*.

7. GND dihubungkan ke *ground* catu daya.

8. Reset digunakan untuk mereset program kontrol MCU, dimana MCU memiliki masukan aktif *high*.

Sebagai pewaktuan R8C/13 menggunakan pin X_{IN} dan X_{OUT} sebagai masukan dari rangkaian osilator kristal. Rangkaian *oscilator* kristal terdiri atas *oscilator* 20MHz, kapasitor C1 dan C2 masing-masing bernilai 30pF yang akan membangkitkan pulsa *clock* yang di gunakan sebagai penggerak bagi sejumlah operasi internal MCU.

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini menggunakan *oscilator* internal yang telah tesedia dalam *chip*

1.5 Pin Assignments

Figure 1.3 shows the pin configuration (top view).

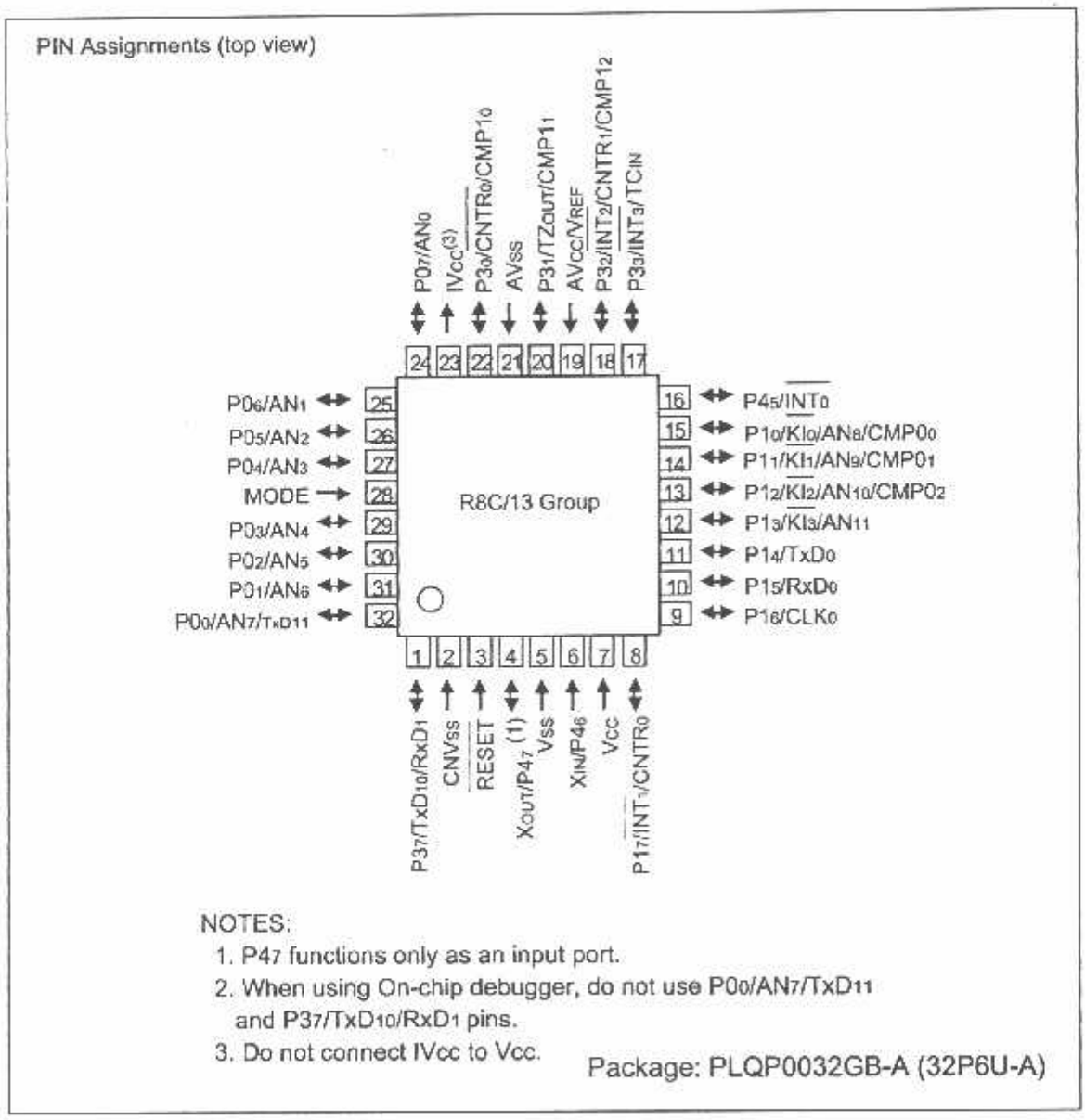


Figure 1.3 Pin Assignments (Top View)

R8C/13. Untuk menentukan frekuensi *oscilator*nya cukup dengan menghubungkan kristal dalam *port* 4_6 (X_{IN}) dan *port* 4_7 (X_{OUT}) serta dua kapasitor ke *ground.*

3.4.2. Rangkaian Sensor Inframerah

3.4.2.1 Rangkaian Pemancar (*Transmitter*)

Rangkaian pemancar berfungsi untuk memancarkan sinar *infra red* dengan bantuan LED yang memancarkan *infra red* (IRED), yang nantinya diterima oleh rangkaian penerima *infra red.* Gambar 3.3 menunjukkan rangkaian pemancar *infra red.*

Gambar 3.3. Rangkaian pemancar infrared

Mengacu pada gambar rangkaian di atas, agar dioda infra merah dapat memancarkan sinar infra merah diperlukan arus sebesar 20 mA dan tegangan (V_{IR}) sebesar 1,2 Volt. Dengan persamaan di bawah ini dapat dihitung besarnya Rs sebagai berikut :

$$R_s = \frac{Vcc - V_{IR}}{I}$$

1.6 Pin Description

Table 1.3 shows the pin description

Table 1.3 Pin description

Signal name	Pin name	I/O type	Function
Power supply input	Vcc, Vss	I	Apply 2.7 V to 5.5 V to the Vcc pin. Apply 0 V to the Vss pin.
IVcc	IVcc	O	This pin is to stabilize internal power supply Connect this pin to Vss via a capacitor (0.1 µF) Do not connect to Vcc
Analog power supply input	AVcc, AVss	I	These are power supply input pins for A/D converter. Connect the AVcc pin to Vcc. Connect the AVss pin to Vss. Connect a capacitor between pins AVcc and AVss.
Reset input	$\overline{\text{RESET}}$	I	"L" on this input resets the MCU.
CNVss	CNVss	I	Connect this pin to Vss via a resistor(1)
MODE	MODE	I	Connect this pin to Vcc via a resistor
Main clock input	XIN	I	These pins are provided for the main clock generating circuit I/O. Connect a ceramic resonator or a crystal oscillator between the XIN and XOUT pins. To use an externally derived clock, input it to the XIN pin and leave the XOUT pin open.
Main clock output	XOUT	O	
$\overline{\text{INT}}$ interrupt input	$\overline{\text{INT0}}$ to $\overline{\text{INT3}}$	I	These are INT interrupt input pins.
Key input interrupt input	$\overline{\text{KI0}}$ to $\overline{\text{KI3}}$	I	These are key input interrupt pins.
Timer X	CNTR0	I/O	This is the timer X I/O pin.
	$\overline{\text{CNTR0}}$	O	This is the timer X output pin.
Timer Y	CNTR1	I/O	This is the timer Y I/O pin.
Timer Z	TZOUT	O	This is the timer Z output pin.
Timer C	TCIN	I	This is the timer C input pin.
	CMP00 to CMP03, CMP10 to CMP13	O	These are the timer C output pins.
Serial interface	CLK0	I/O	This is a transfer clock I/O pin.
	RxD0, RxD1	I	These are serial data input pins.
	TxD0, TxD10, TxD11	O	These are serial data output pins.
Reference voltage input	VREF	I	This is a reference voltage input pin for A/D converter. Connect the VREF pin to Vcc.
A/D converter	AN0 to AN11	I	These are analog input pins for A/D converter.
I/O port	P00 to P07, P10 to P17, P30 to P33, P37, P45	I/O	These are 8-bit CMOS I/O ports. Each port has an I/O select direction register, allowing each pin in that port to be directed for input or output individually. Any port set to input can select whether to use a pull-up resistor or not by program. P10 to P17 also function as LED drive ports.
Input port	P46, P47	I	These are input only pins.

NOTES :

1. Refer to "19.8 Noise" for the connecting reference resistor value.

$$R_s = \frac{5 - 1{,}2}{20x10^{-3}}$$

$$R_s = \frac{3{,}8}{20x10^{-3}}$$

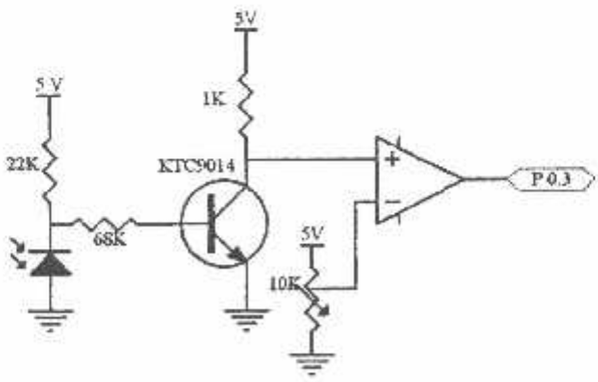
$$Rs = 190\,\Omega$$

Karena nilai resistor tidak terdapat di pasaran maka diambil nilai yang mendekati yaitu 220 Ω.

Jadi resistor yang terpasang pada rangkaian pemancar adalah 220 Ω.

3.4.2.2 Rangkaian Penerima (*Receiver*)

Rangkaian penerima berfungsi untuk menerima sinyal *infra red* dari pemancar *infra red*, sinyal *infra red* diterima oleh foto dioda dan digunakan untuk membias transistor yang difungsikan sebagai saklar (*switching*). Output dari rangkaian ini berupa tegangan yang akan di bandingkan dengan tegangan acuan oleh *comparator*. Gambar 3.4 menunjukkan rangkaian penerima *infra red*.



Gambar 3.4. Rangkaian penerima infra red

2. Central Processing Unit (CPU)

Figure 2.1 shows the CPU registers. The CPU has 13 registers. Of these, R0, R1, R2, R3, A0, A1 and FB comprise a register bank. There are two register banks.

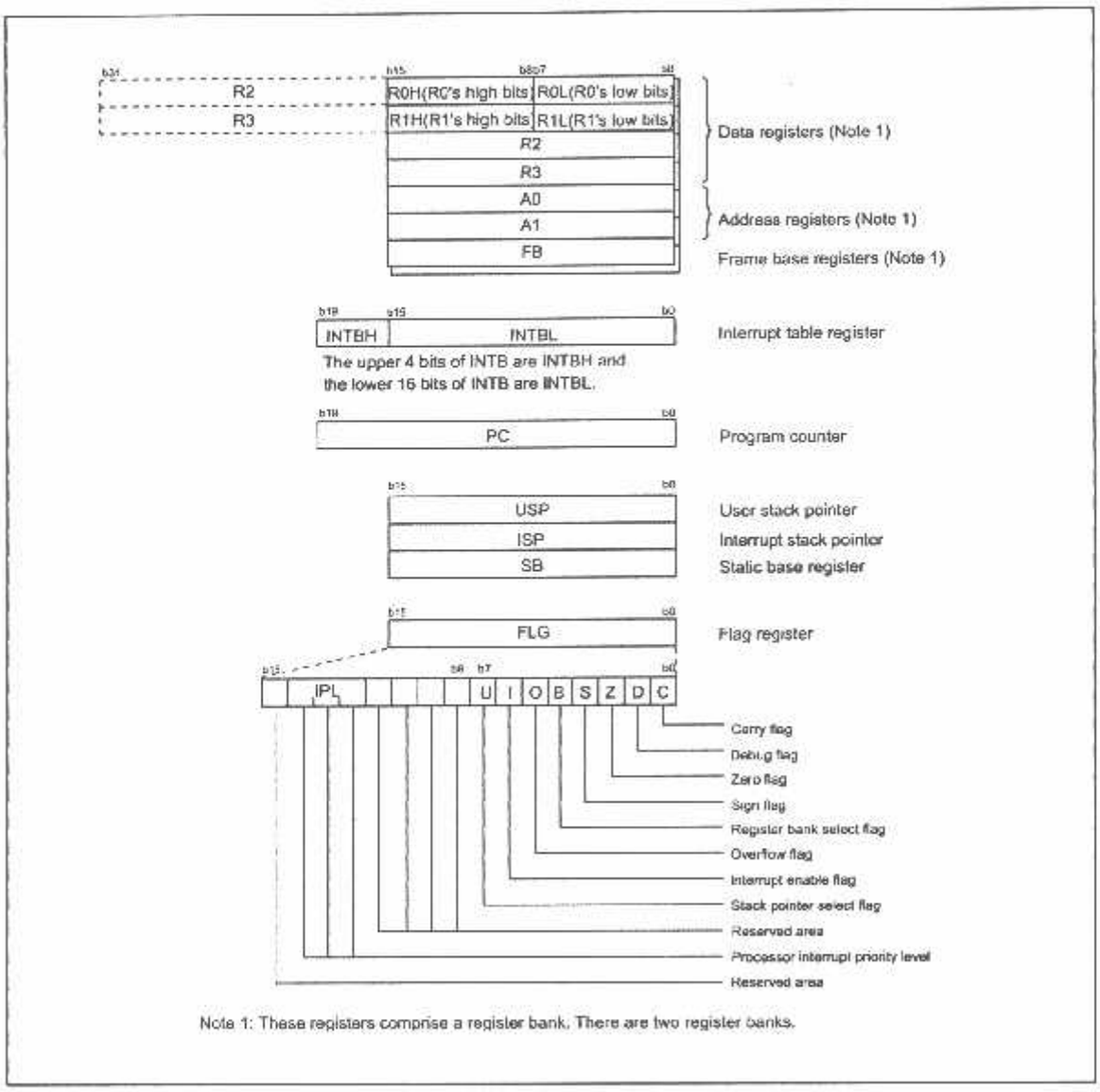


Figure 2.1 Central Processing Unit Register

2.1 Data Registers (R0, R1, R2 and R3)

The R0 register consists of 16 bits, and is used mainly for transfers and arithmetic/logic operations. R1 to R3 are the same as R0.

The R0 register can be separated between high (R0H) and low (R0L) for use as two 8-bit data registers. R1H and R1L are the same as R0H and R0L. Conversely, R2 and R0 can be combined for use as a 32-bit data register (R2R0). R3R1 is the same as R2R0.

Karena transistor dioperasikan untuk saklar (*switching*) maka dioperasikan pada dua titik kerja, yaitu : pada titik saturasi atau pada titik sumbat (*cut off*). Jadi perhitungan nilai resistor yang terpasang pada rangkaian penerima sinyal *infra red* adalah sebagai berikut:

- **Kondisi Pertama, pada saat air dalam kondisi tidak keruh**

Pada saat air dalam kondisi tidak keruh dilakukan pengukuran untuk melihat arus. Arus itu memiliki nilai I_{R1}=0,12mA, Maka menurut persamaan :

$V_{CC} = V_{fd} + I_{R1} R_1$

Untuk rangkaian ini didesain V_{fd} adalah 2,4V

$5 = 2{,}4 + I_{R1} R_1$

Kemudian sesuai dengan persamaan berikut :

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{fd}}{I_{R1}}$$

$$R_1 = \frac{5 - 2{,}4}{0{,}12mA}$$

$R_1 = 21{,}6\Omega \cong 22K\Omega$

Ditentukan besar R_3 = 1K Ω dan V_{CE} = 2,7. dan R_3=R_C , nilai I_C adalah menurut persamaan :

$I_C.R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$$

2.2 Address Registers (A0 and A1)

The register A0 consists of 16 bits, and is used for address register indirect addressing and address register relative addressing. They also are used for transfers and logic/logic operations. A1 is the same as A0.
In some instructions, registers A1 and A0 can be combined for use as a 32-bit address register (A1A0).

2.3 Frame Base Register (FB)

FB is configured with 16 bits, and is used for FB relative addressing.

2.4 Interrupt Table Register (INTB)

INTB is configured with 20 bits, indicating the start address of an interrupt vector table.

2.5 Program Counter (PC)

PC is configured with 20 bits, indicating the address of an instruction to be executed.

2.6 User Stack Pointer (USP) and Interrupt Stack Pointer (ISP)

Stack pointer (SP) comes in two types: USP and ISP, each configured with 16 bits.
Your desired type of stack pointer (USP or ISP) can be selected by the U flag of FLG.

2.7 Static Base Register (SB)

SB is configured with 16 bits, and is used for SB relative addressing.

2.8 Flag Register (FLG)

FLG consists of 11 bits, indicating the CPU status.

2.8.1 Carry Flag (C Flag)

This flag retains a carry, borrow, or shift-out bit that has occurred in the arithmetic/logic unit.

2.8.2 Debug Flag (D Flag)

The D flag is used exclusively for debugging purpose. During normal use, it must be set to "0".

2.8.3 Zero Flag (Z Flag)

This flag is set to "1" when an arithmetic operation resulted in 0; otherwise, it is "0".

2.8.4 Sign Flag (S Flag)

This flag is set to "1" when an arithmetic operation resulted in a negative value; otherwise, it is "0".

2.8.5 Register Bank Select Flag (B Flag)

Register bank 0 is selected when this flag is "0" ; register bank 1 is selected when this flag is "1".

2.8.6 Overflow Flag (O Flag)

This flag is set to "1" when the operation resulted in an overflow; otherwise, it is "0".

2.8.7 Interrupt Enable Flag (I Flag)

This flag enables a maskable interrupt.
Maskable interrupts are disabled when the I flag is "0", and are enabled when the I flag is "1". The I flag is cleared to "0" when the interrupt request is accepted.

2.8.8 Stack Pointer Select Flag (U Flag)

ISP is selected when the U flag is "0"; USP is selected when the U flag is "1".
The U flag is cleared to "0" when a hardware interrupt request is accepted or an INT instruction for software interrupt Nos. 0 to 31 is executed.

2.8.9 Processor Interrupt Priority Level (IPL)

IPL is configured with three bits, for specification of up to eight processor interrupt priority levels from level 0 to level 7.
If a requested interrupt has priority greater than IPL, the interrupt is enabled.

2.8.10 Reserved Area

When write to this bit, write "0". When read, its content is indeterminate.

$$I_C = \frac{5-2,7}{1K}$$

$$I_C = 2,3x10^{-3}\,A$$

Dengan *hfe* minimum 60 maka dalam perancangan dapat digunakan *hfe* 100 agar transistor berkerja optimal dengan menggunakan persamaan :

$$I_B = \frac{Ic}{hfe}$$

$$I_B = \frac{2,3x10^{-3}\,A}{100}$$

$$= 0,023\text{mA}$$

Kemudian mencari nilai R_2=R_B, dengan persamaan yaitu :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{BB} = V_{fd}$$

$$V_{fd} = I_B R_2 + V_{BE}$$

$$I_B R_2 = V_{fd} - V_{BE}$$

$$R_2 = \frac{V_{fd} - V_{BE}}{I_B}$$

$$R_2 = \frac{2,4-0,7}{0,023mA}$$

$$R_2 = 73,9 \cong 68K\Omega$$

3. Memory

Figure 3.1 is a memory map of this MCU. The address space extends the 1M bytes from address 000001₆ to FFFFF16.

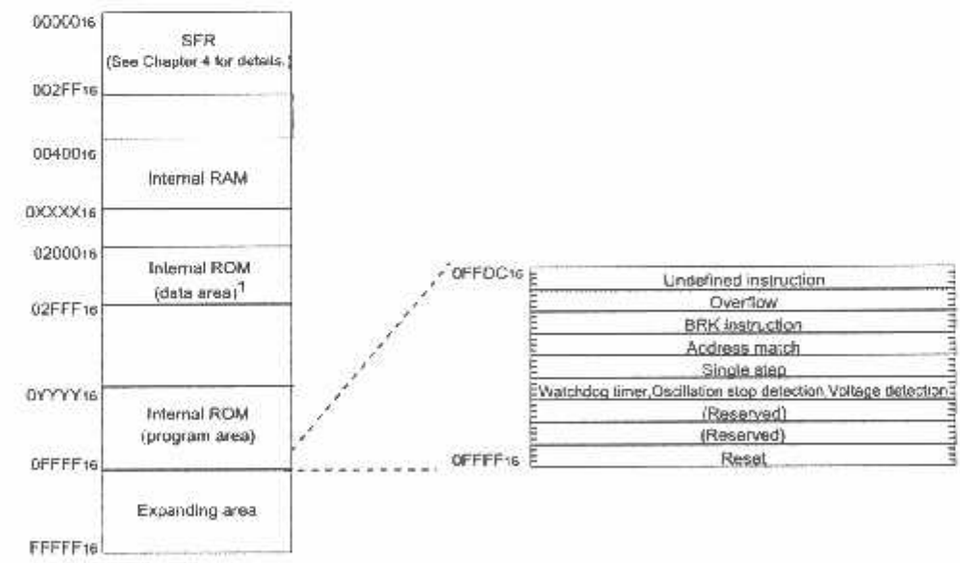
The internal ROM (program area) is allocated in a lower address direction beginning with address 0FFFF16. For example, a 16-Kbyte internal ROM is allocated to the addresses from 0C00016 to 0FFFF16.

The fixed interrupt vector table is allocated to the addresses from 0FFDC16 to 0FFFF16. Therefore, store the start address of each interrupt routine here.

The internal ROM (data area) is allocated to the addresses from 020001₆ to 02FFF16.

The internal RAM is allocated in an upper address direction beginning with address 004001₆. For example, a 1-Kbyte internal RAM is allocated to the addresses from 004001₆ to 007FF16. In addition to storing data, the internal RAM also stores the stack used when calling subroutines and when interrupts are generated.

Special function registers (SFR) are allocated to the addresses from 000001₆ to 002FF16. Peripheral function control registers are located here. Of the SFR, any space which has no functions allocated is reserved for future use and cannot be used by users.



NOTES:
1. The data flash ROM block A (2K bytes) and block B (2K bytes) are shown.
2. Blank spaces are reserved. No access is allowed.

Type name	Internal ROM		Internal RAM	
	Size	Address 0YYYY16	Size	Address 0XXXX16
R5F21134FP, R5F21134DFP	16K bytes	0C00016	1K bytes	007FF16
R5F21133FP, R5F21133DFP	12K bytes	0D00016	768 bytes	006FF16
R5F21132FP, R5F21132DFP	8K bytes	0E00016	512 bytes	005FF16

Figure 3.1 Memory Map

- **Kondisi kedua, pada saat air dalam kondisi keruh**

Dengan persamaan yaitu :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{CC} = V_{BB},\ R_B = R_1 + R_2$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

$$V_{CC} = IR_1 + IR_2 + V_{BE}$$

$$V_{CC} = IR_1 + IR_2 + V_{BE}$$

$$Vcc = I(R_1 + R_2) + V_{BE}$$

$$V_{CC} = I(21{,}6K\Omega + 1{,}36K\Omega) + V_{BE}$$

$$I = I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{(21.6K\Omega + 73{,}9K\Omega)}$$

$$I = I_B = \frac{5 - 0{,}7}{(95{,}5K\Omega)}$$

$$I = I_B = 0{,}045mA$$

Dengan persamaan berikut maka didapatkan nilai I_C :

$$I_C = I_B.hfe$$

$$I_C = 0{,}045mAx100$$

$$I_C = 4{,}5mA$$

Maka nilai V_{CE} (nilai masukan ke mikrokontroler) menurut persamaan :

SFR Page Reference

Address	Register	Symbol	Page
0000₁₆			
0001₁₆			
0002₁₆			
0003₁₆			
0004₁₆	Processor mode register 0	PM0	45
0005₁₆	Processor mode register 1	PM1	45
0006₁₆	System clock control register 0	CM0	31
0007₁₆	System clock control register 1	CM1	31
0008₁₆	High-speed on-chip oscillator control register 0	HR0	33
0009₁₆	Address match interrupt enable register	AIER	67
000A₁₆	Protect register	PRCR	44
000B₁₆	High-speed on-chip oscillator control register 1	HR1	33
000C₁₆	Oscillation stop detection register	OCD	32
000D₁₆	Watchdog timer reset register	WDTR	69
000E₁₆	Watchdog timer start register	WDTS	69
000F₁₆	Watchdog timer control register	WDC	69
0010₁₆ 0011₁₆ 0012₁₆	Address match interrupt register 0	RMAD0	67
0013₁₆			
0014₁₆ 0015₁₆ 0016₁₆	Address match interrupt register 1	RMAD1	67
0017₁₆			
0018₁₆			
0019₁₆	Voltage detection register 1	VCR1	22
001A₁₆	Voltage detection register 2	VCR2	22
001B₁₆			
001C₁₆			
001D₁₆			
001E₁₆	INT0 input filter select register	INT0F	60
001F₁₆	Voltage detection interrupt register	D4INT	23
0020₁₆			
0021₁₆			
0022₁₆			
0023₁₆			
0024₁₆			
0025₁₆			
0026₁₆			
0027₁₆			
0028₁₆			
0029₁₆			
002A₁₆			
002B₁₆			
002C₁₆			
002D₁₆			
002E₁₆			
002F₁₆			
0030₁₆			
0031₁₆			
0032₁₆			
0033₁₆			
0034₁₆			
0035₁₆			
0036₁₆			
0037₁₆			
0038₁₆			
0039₁₆			
003A₁₆			
003B₁₆			
003C₁₆			
003D₁₆			
003E₁₆			
003F₁₆			

Address	Register	Symbol	Page
0040₁₆			
0041₁₆			
0042₁₆			
0043₁₆			
0044₁₆			
0045₁₆			
0046₁₆			
0047₁₆			
0048₁₆			
0049₁₆			
004A₁₆			
004B₁₆			
004C₁₆			
004D₁₆	Key input interrupt control register	KUPIC	53
004E₁₆	AD conversion interrupt control register	ADIC	53
004F₁₆			
0050₁₆	Compare 1 interrupt control register	CMP1IC	53
0051₁₆	UART0 transmit interrupt control register	S0TIC	53
0052₁₆	UART0 receive interrupt control register	S0RIC	53
0053₁₆	UART1 transmit interrupt control register	S1TIC	53
0054₁₆	UART1 receive interrupt control register	S1RIC	53
0055₁₆	INT2 interrupt control register	INT2IC	53
0056₁₆	Timer X interrupt control register	TXIC	53
0057₁₆	Timer Y interrupt control register	TYIC	53
0058₁₆	Timer Z interrupt control register	TZIC	53
0059₁₆	INT1 interrupt control register	INT1IC	53
005A₁₆	INT3 interrupt control register	INT3IC	53
005B₁₆	Timer C interrupt control register	TCIC	53
005C₁₆	Compare 0 interrupt control register	CMP0IC	53
005D₁₆	INT0 interrupt control register	INT0IC	53
005E₁₆			
005F₁₆			
0060₁₆			
0061₁₆			
0062₁₆			
0063₁₆			
0064₁₆			
0065₁₆			
0066₁₆			
0067₁₆			
0068₁₆			
0069₁₆			
006A₁₆			
006B₁₆			
006C₁₆			
006D₁₆			
006E₁₆			
006F₁₆			
0070₁₆			
0071₁₆			
0072₁₆			
0073₁₆			
0074₁₆			
0075₁₆			
0076₁₆			
0077₁₆			
0078₁₆			
0079₁₆			
007A₁₆			
007B₁₆			
007C₁₆			
007D₁₆			
007E₁₆			
007F₁₆			

Blank columns are all reserved space. No use is allowed.

$I_C.R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0$

$R_C = R_3$

$V_{CC} = I_C.R_3 + V_{CE}$

$V_{CE} = V_{CC} - I_C.R_3$

$V_{CE} = 5 - 4{,}5x10^{-3} Ax1000\Omega$

$V_{CE} = 5 - 4{,}5V$

$V_{CE} = 0{,}5V$

3.4.2.3. Rangkaian Sensor Level

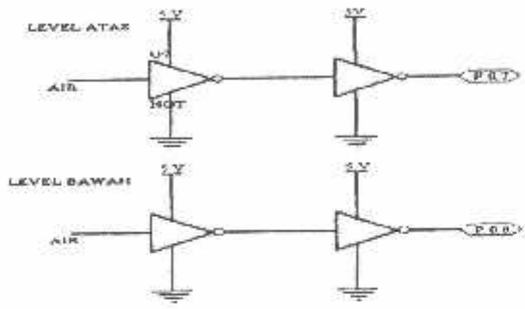
Pada perancangan rangkaian sensor level ini menggunakan IC TTL (Transistor-Transostor Logic). Untuk penempatan dari sensor level air ini diposisikan pada level bawah dan level atas pada permukaan air akuarium. Pada kondisi volume normal air akuarium, maka TTL akan bersentuhan dengan air sehingga akan menghasilkan keluaran berlogika '0'. Pada saat *infra red* mendeteksi adanya kekeruhan pada air maka pompa penguras akan aktif yang mengakibatkan volume/level air turun hingga batas level bawah. Sehingga pada saat TTL tidak terhubung oleh air maka *output* rangkaian menjadi *high* atau '1'. Keluaran ini akan diterima oleh mikrokontroler untuk mengaktifkan *driver* pompa pengisi air. Gambar rangkaian sensor level air dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini :

SFR Page Reference

Address	Register	Symbol	Page
0080₁₆	Timer Y, Z mode register	TYZMR	80/88
0081₁₆	Prescaler Y	PREY	81
0082₁₆	Timer Y secondary	TYSC	81
0083₁₆	Timer Y primary	TYPR	81
0084₁₆	Timer Y, Z waveform output control register	PUM	82/90
0085₁₆	Prescaler Z	PREZ	89
0086₁₆	Timer Z secondary	TZSC	89
0087₁₆	Timer Z primary	TZPR	89
0088₁₆			
0089₁₆			
008A₁₆	Timer Y, Z output control register	TYZOC	81/89
008B₁₆	Timer X mode register	TXMR	71
008C₁₆	Prescaler X	PREX	72
008D₁₆	Timer X register	TX	72
008E₁₆	Timer count source setting register	TCSS	72/82/90
008F₁₆			
0090₁₆	Timer C register	TC	103
0091₁₆			
0092₁₆			
0093₁₆			
0094₁₆			
0095₁₆			
0096₁₆	External input enable register	INTEN	60
0097₁₆			
0098₁₆	Key input enable register	KIEN	65
0099₁₆			
009A₁₆	Timer C control register 0	TCC0	103
009B₁₆	Timer C control register 1	TCC1	104
009C₁₆	Capture and compare 0 register	TM0	103
009D₁₆			
009E₁₆	Compare 1 register	TM1	103
009F₁₆			
00A0₁₆	UART0 transmit/receive mode register	U0MR	112
00A1₁₆	UART0 bit rate register	U0BRG	111
00A2₁₆	UART0 transmit buffer register	U0TB	111
00A3₁₆			
00A4₁₆	UART0 transmit/receive control register 0	U0C0	112
00A5₁₆	UART0 transmit/receive control register 1	U0C1	113
00A6₁₆	UART0 receive buffer register	U0RB	111
00A7₁₆			
00A8₁₆	UART1 transmit/receive mode register	U1MR	112
00A9₁₆	UART1 bit rate register	U1BRG	111
00AA₁₆	UART1 transmit buffer register	U1TB	111
00AB₁₆			
00AC₁₆	UART1 transmit/receive control register 0	U1C0	112
00AD₁₆	UART1 transmit/receive control register 1	U1C1	113
00AE₁₆	UART1 receive buffer register	U1RB	111
00AF₁₆			
00B0₁₆	UART transmit/receive control register 2	UCON	113
00B1₁₆			
00B2₁₆			
00B3₁₆			
00B4₁₆			
00B5₁₆			
00B6₁₆			
00B7₁₆			
00B8₁₆			
00B9₁₆			
00BA₁₆			
00BB₁₆			
00BC₁₆			
00BD₁₆			
00BE₁₆			
00BF₁₆			

Blank columns are all reserved space. No use is allowed.

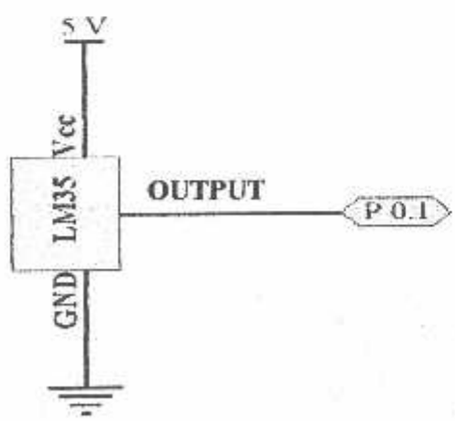
Address	Register	Symbol	Page
00C0₁₆	AD register	AD	127
00C1₁₆			
00C2₁₆			
00C3₁₆			
00C4₁₆			
00C5₁₆			
00C6₁₆			
00C7₁₆			
00C8₁₆			
00C9₁₆			
00CA₁₆			
00CB₁₆			
00CC₁₆			
00CD₁₆			
00CE₁₆			
00CF₁₆			
00D0₁₆			
00D1₁₆			
00D2₁₆			
00D3₁₆			
00D4₁₆	AD control register 2	ADCON2	127
00D5₁₆			
00D6₁₆	AD control register 0	ADCON0	126
00D7₁₆	AD control register 1	ADCON1	126
00D8₁₆			
00D9₁₆			
00DA₁₆			
00DB₁₆			
00DC₁₆			
00DD₁₆			
00DE₁₆			
00DF₁₆			
00E0₁₆	Port P0 register	P0	141
00E1₁₆	Port P1 register	P1	141
00E2₁₆	Port P0 direction register	PD0	141
00E3₁₆	Port P1 direction register	PD1	141
00E4₁₆			
00E5₁₆	Port P3 register	P3	141
00E6₁₆			
00E7₁₆	Port P3 direction register	PD3	141
00E8₁₆	Port P4 register	P4	141
00E9₁₆			
00EA₁₆	Port P4 direction register	PD4	141
00EB₁₆			
00EC₁₆			
00ED₁₆			
00EE₁₆			
00EF₁₆			
00F0₁₆			
00F1₁₆			
00F2₁₆			
00F3₁₆			
00F4₁₆			
00F5₁₆			
00F6₁₆			
00F7₁₆			
00F8₁₆			
00F9₁₆			
00FA₁₆			
00FB₁₆			
00FC₁₆	Pull-up control register 0	PUR0	142
00FD₁₆	Pull-up control register 1	PUR1	142
00FE₁₆	Port P1 drive capacity control register	DRR	142
00FF₁₆	Timer C output control register	TCOUT	104
≈			≈
01B3₁₆	Flash memory control register 4	FMR4	169
01B4₁₆			
01B5₁₆	Flash memory control register 1	FMR1	169
01B6₁₆			
01B7₁₆	Flash memory control register 0	FMR0	168
FFFF₁₆	Option function select register	OFS	69



Gambar 3.5. Rangkaian sensor level

3.4.3. Rangkaian Sensor Suhu

Sensor suhu merupakan tranduser yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu menjadi sinyal listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu yang digunakan adalah IC LM35 keluaran National Semikonduktor dengan pertimbangan antara lain rangkaiannya sederhana, keluarannya linier terhadap suhu, terkalibrasi secara langsung dalam derajat celcius. Rangkaian sensor suhu ditunjukkan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian sensor suhu

5. Reset

There are three types of resets: a hardware reset, a software reset, and an watchdog timer reset.

5.1 Hardware Reset

There are three kinds of hardware reset: hardware reset 1, hardware reset 2, and power-on reset. After reset, the low-speed on-chip oscillator clock divided by 8 is automatically selected for the CPU.

5.1.1 Hardware Reset 1

A reset is applied using the $\overline{\text{RESET}}$ pin. When an "L" signal is applied to the $\overline{\text{RESET}}$ pin while the power supply voltage is within the recommended operating condition, the pins are initialized (see Table 5.1 "Pin Status When $\overline{\text{RESET}}$ Pin Level is 'L'"). When the input level at the $\overline{\text{RESET}}$ pin is released from "L" to "H", the CPU and SFR are initialized, and the program is executed starting from the address indicated by the reset vector. Figure 5.1 shows the CPU register status after reset and figure 5.2 shows the reset sequence. The internal RAM is not initialized. If the $\overline{\text{RESET}}$ pin is pulled "L" while writing to the internal RAM, the internal RAM becomes indeterminate.
Figures 5.3 to 5.4 show the reset circuit example using the hardware reset 1. Refer to Chapter 4, "Special Function Register (SFR)" for the status of SFR after reset.

- When the power supply is stable

(1) Apply an "L" signal to the $\overline{\text{RESET}}$ pin.
(2) Wait for 500 µs (1/f_{RING-S} X 20).
(3) Apply an "H" signal to the RESET pin.

- Power on

(1) Apply an "L" signal to the $\overline{\text{RESET}}$ pin.
(2) Let the power supply voltage increase until it meets the recommended operating condition.
(3) Wait td(P-R) or more until the internal power supply stabilizes.
(4) Wait for 500 µs (1/f_{RING-S} X 20).
(5) Apply an "H" signal to the RESET pin.

Table 5.1 Pin Status When $\overline{\text{RESET}}$ Pin Level is "L"

Pin name	Pin status
P0	Input port
P1	Input port
$P3_0$ to $P3_3$, $P3_7$	Input port
$P4_5$ to $P4_7$	Input port

IC LM35 mempunyai impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang rendah, mempunyai sensitivitas ± 10mV/°C dan jangkauan operasi suhu -55°C - 150°C. Tegangan catu yang digunakan $5V_{dc}$. Tegangan keluaran dari sensor adalah 10mV/°C (*datasheet*).

Pada perencanaan rangkaian sensor suhu ini, suhu dapat di set sesuai dengan kebutuhan atau suhu yang diinginkan. Keluaran dari sensor langsung diterima oleh ADC yang sudah terintegrasi pada mikrokontroler R8C/13 untuk mengaktifkan *driver* pemanas *(heater)*.

3.4.4. Rangkaian *driver* relay

Rangkaian driver yang digunakan untuk menggerakkan relai yang terhubung dengan pemanas *(heater)* dan motor DC terdiri dari transistor NPN KTC9014 yang difungsikan sebagai transistor *switching*, relai yang dihubungkan dengan pemanas *(heater)* dan motor DC. Motor DC bekerja sebagai pompa penguras dan pompa pengisi air pada akuarium serta sebagai penggerak mekanik makanan. Rangkaian *driver* pemanas *(heater)*, rangkaian driver mekanik makanan, rangkaian pompa penguras air dan rangkaian pompa pengisi air ditunjukkan pada gambar berikut ini:

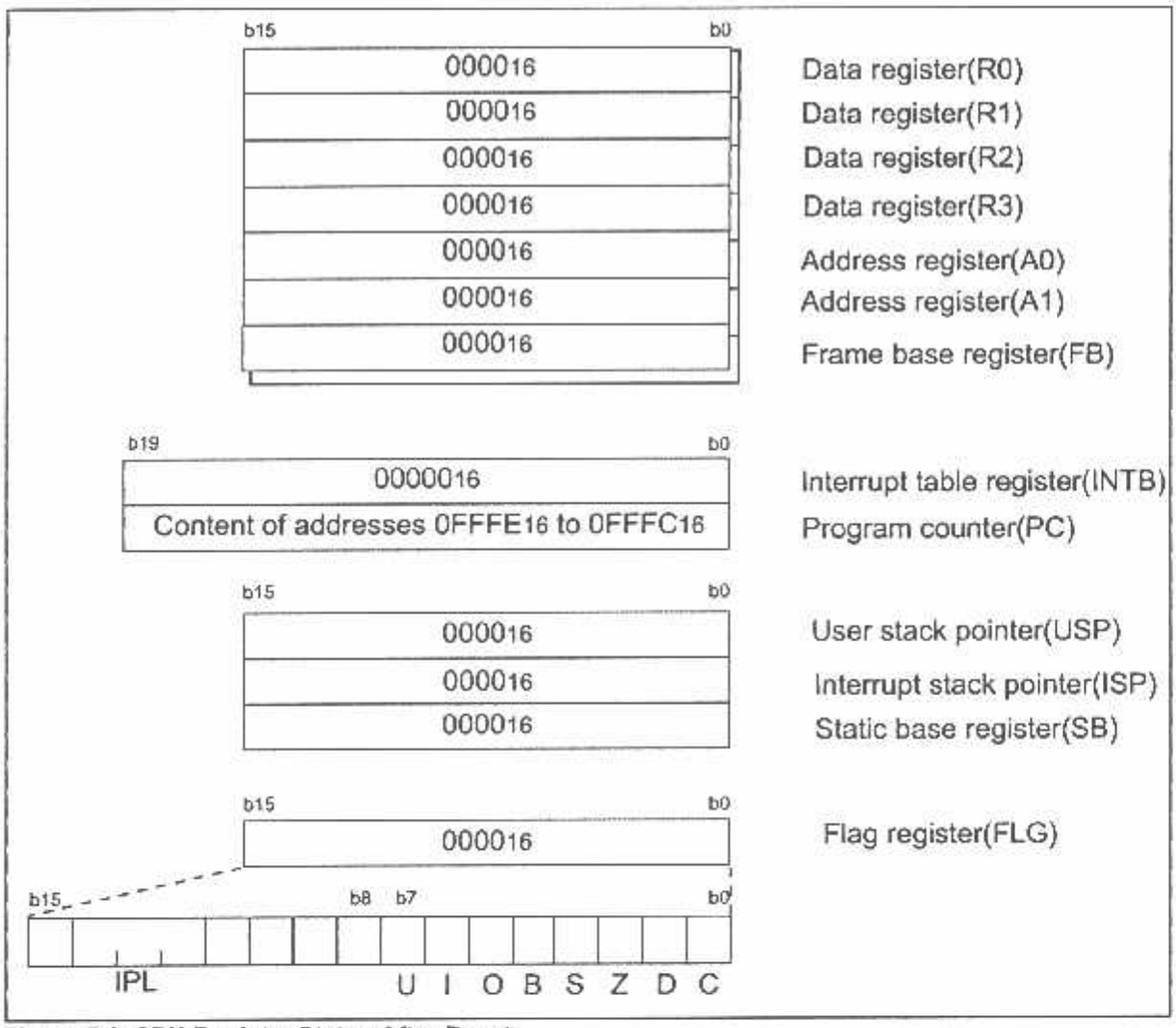


Figure 5.1 CPU Register Status After Reset

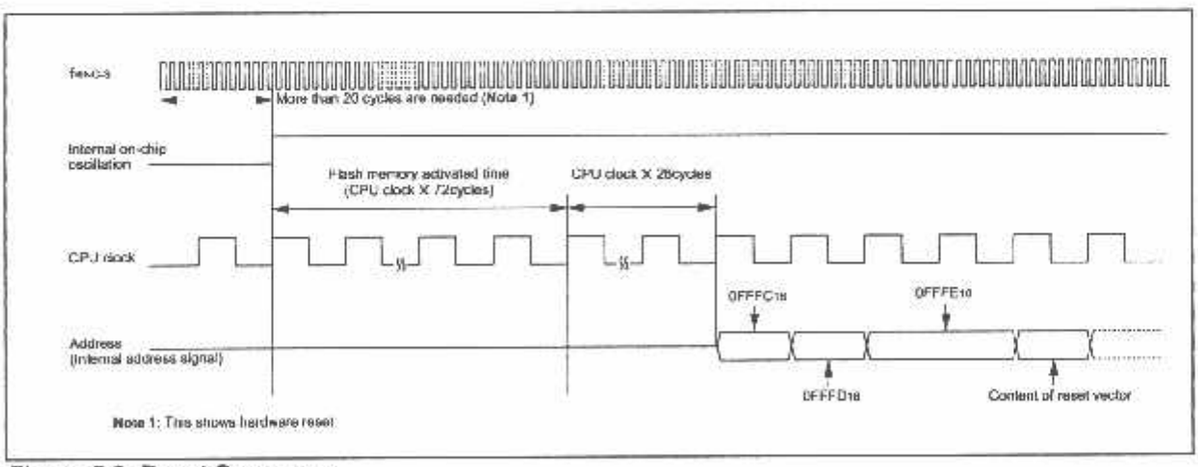
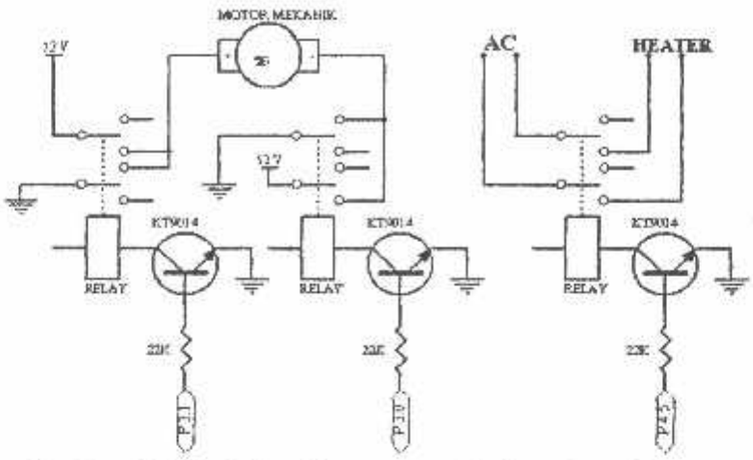
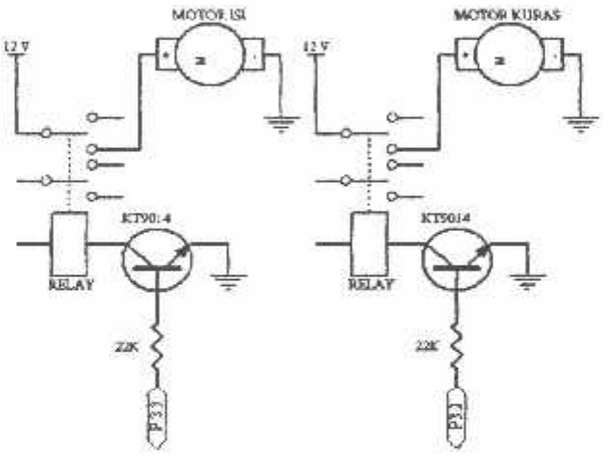


Figure 5.2 Reset Sequence



Gambar 3.7. Rangkaian *driver* motor mekanik makanan & pemanas



Gambar 3.8. Rangkaian *driver* motor pengisi &penguras air

Rangkaian *driver* berfungsi untuk menggerakkan relai yang terhubung dengan pemanas *(heater)* dan mengaktifkan motor dc. Tegangan keluaran dari mikrokontroler dihubungkan dengan *driver* pemanas sehingga pemanas akan aktif dan dapat menstabilkan suhu dalam air. Selain itu tegangan keluaran dari mikrokontroler juga dihubungkan dengan *driver* motor dc sehingga motor dc akan aktif melakukan pengurasan dan pengisian air, bila sensor-sensor yang mendeteksi kekeruhan dan level air aktif. Demikan juga dengan motor pakan

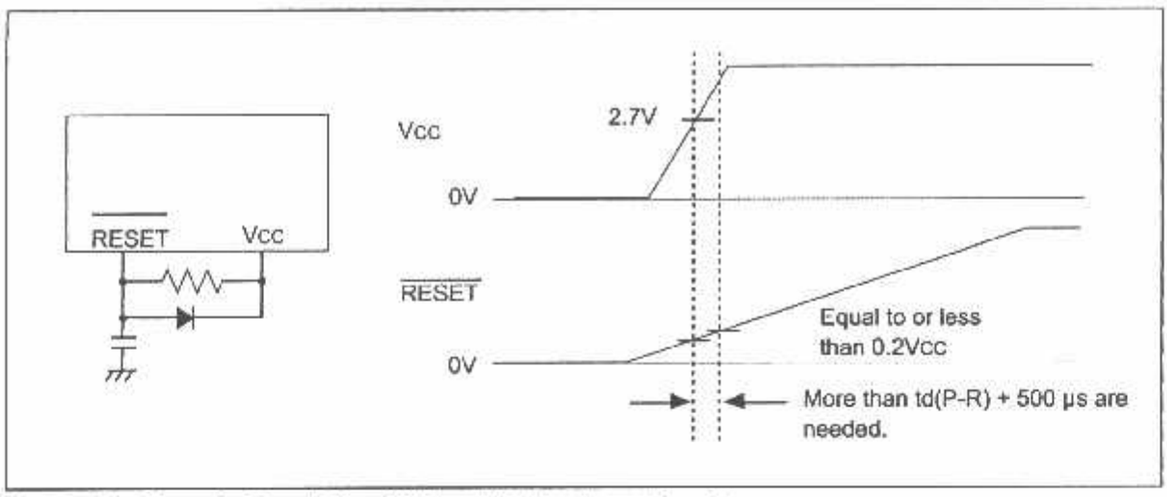


Figure 5.3 Example Reset Circuit Using The Hardware Reset 1

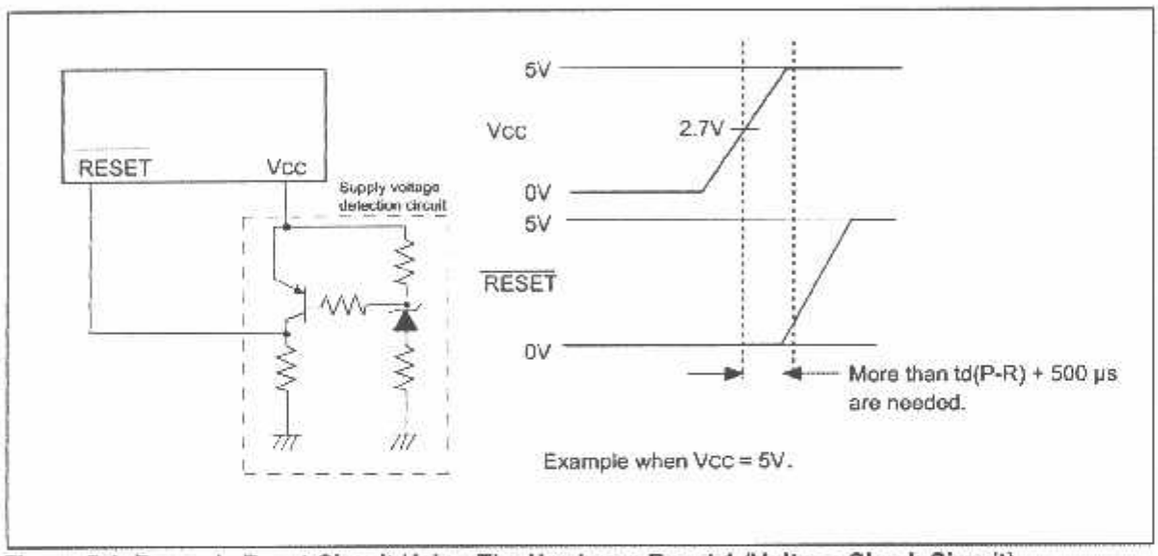


Figure 5.4 Example Reset Circuit Using The Hardware Reset 1 (Voltage Check Circuit)

akan aktif sesuai dengan waktu yang telah di set. Perhitungan dari rangkaian *driver* pemanas dan rangkaian *driver* motor dc terlebih dahulu harus dicari nilai *Rb*. Data yang diperlukan untuk mencari besar resisitansi *Rb* adalah sebagai berikut:

Data transistor KTC9014 adalah :

- Besar pengukuran tahanan dalam relai(Rrelai = R_c) = 800 Ω .
- V_{ce} saturasi = 0,25 volt
- H_{fe} minimum = 60
- H_{fe} maximum = 100
- V_{be} = 0,7 volt

Dengan resistansi relai sebesar 800 Ω, tegangan catu sebesar 12 V, dan V_{CE} saturasi sebesar 0,25 V maka dengan menggunakan persamaan berikut besar arus I_{relai} adalah :

$$I_{relai} = \frac{Vcc - Vce}{R_{relai}}$$

$$I_{relai} = \frac{12v - 0{,}25v}{800\Omega}$$

$$= 14.68 \text{ mA}$$

Dalam prancangan ini digunakan *hfe* 60 dengan pertimbangan transistor tetap mampu menggerakkan relai meskipun penguatan yang dipakai adalah minimum, maka dengan menggunakan persamaan :

$$I_B = \frac{Ic}{hfe}$$

5.1.2 Hardware Reset 2

This is the reset generated by the voltage detection circuit which is built-in to the microcomputer. The voltage detection circuit monitors the input voltage at Vcc input pin. The microcomputer is reset when the voltage at the Vcc input pin drops below Vdet if all of the following conditions hold true.

- The VC27 bit in the VCR2 register is set to "1" (voltage detection circuit enabled)
- The D40 bit in the D4INT register is set to "1" (voltage detection interrupt enabled)
- The D46 bit in the D4INT register is set to "1" (hardware reset 2 when going through Vdet)

When using a digital filter (D41 bit in the D4INT register is set to "1"), set the CM14 bit in the CM1 register to "0"(low-speed on-chip oscillator oscillates).

Conversely, when the input voltage at the Vcc pin rises to Vdet or more, the pins, CPU, and SFR are initialized and counting the low-speed on-chip oscillator starts. When counting the low-speed on-chip oscillator clock 32 times, the internal reset is exited and the program is executed beginning with the address indicated by the reset vector. The initialized pins and registers and the status thereof are the same as in hardware reset 1. Refer to Section 5.4 "Voltage Detection Circuit."

$$I_B = \frac{14{,}68mA}{60}$$

$$= 0{,}24 \text{ mA}$$

Jika V_{bb} adalah tegangan keluaran dari mikrokontroler saat logika tinggi yaitu sebesar 5V dan $Vbe = 0{,}7\ V$ maka dengan menggunakan persamaan berikut besar resistansi Rb adalah :

$$R_B = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_B}$$

$$R_B = \frac{5v - 0{,}7v}{0{,}24mA}$$

$$= 17{,}9\text{K}\Omega \cong 22\text{K}\Omega$$

Dengan resistansi R_B sebesar $22\text{K}\Omega$, arus I_B menjadi 0,19 mA sehingga telah diperoleh arus I_B yang dibutuhkan.

3.4.5. Perancangan Liquid Crystal Display (LCD)

Dalam aplikasi ini menggunakan sebuah layar LCD (*Liquid Crystal Display*) yaitu jenis *Seiko Instrument* M1632 yang merupakan LCD dua baris dengan setiap barisnya terdiri 16 karakter dan menggunakan IC 74LS164 yang merupakan register geser 8 bit yang memiliki jalan masuk deret tergerbang. Gambar hubungan antara LCD, IC74LS164 dan mikrokontroler dapat dilihat dalam Gambar 3.9..

5.1.3 Power-on Reset Function

The power-on reset is the function which can reset the microcomputer without the external reset circuit. The $\overline{\text{RESET}}$ pin should be connected to the Vcc pin via about 5 kΩ pull-up resistance using the power-on reset function, the function turns to active and the microcomputer has its pins, CPU, and SFR initialized.

When the input voltage at the Vcc pin reaches to the Vdet level, count operation of the low-speed on-chip oscillator clock starts. When the operation counts the low-speed on-chip oscillator clock for 32 times, the internal reset is released. Then the program is executed starting from the address indicated by the reset vector. The initialized pins and registers and the status thereof are the same as in hardware reset 1 excluding the following bits.

- The D40 bit in the D4INT register turns to "1" automatically (voltage detection interrupt enabled)
- The D46 bit in the D4INT register turns to "1" automatically (hardware reset 2 when going through Vdet)

Additionally, the hardware reset 2 turns to active after the power-on reset. This is because the VC27 bit in the VCR2 register is set to "1" (voltage detection circuit enabled) after the power-on reset same as the hardware reset 1, so that hardware reset 2 active conditions are all satisfied including above D40 and D46 bit conditions.

Figure 5.5 shows the power-on reset circuit. Figure 5.6 shows the power-on reset operation.

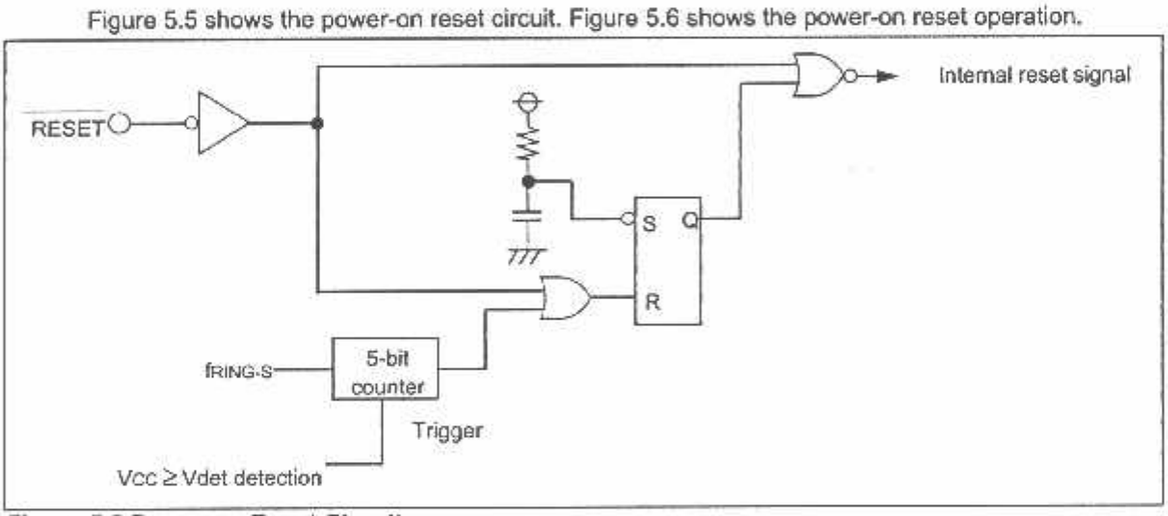
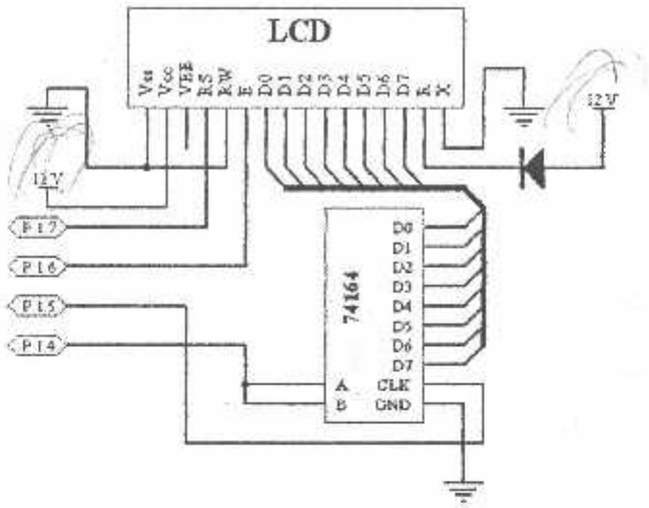


Figure 5.5 Power-on Reset Circuit



Gambar 3.9. Rangkaian Tampilan LCD

LCD dot matrik ini membutuhkan sepuluh buah pin masukan/keluaran dari mikrokontroler dan IC 74164 Adapun dua buah pin yakni port 1.7 pada penyemat RS yang digunakan sebagai sinyal pemilih register dan port 1.6 pada penyemat Enable digunakan sebagai sinyal operasi awal, sinyal enable ini mengaktifkan data tulis atau baca oleh mikrokontroler, penyemat D0-D7 yang dihubungakan ke pin data IC74164 digunakan untuk menampilkan karakter yang dikehendaki oleh mikrokontroler. Ketika terdapat data pada jalur data, data tersebut akan ditahan dengan memberikan *clock* pin E pada LCD. Pin RS menentukan apakah data yang ditahan akan digunakan sebagai instruksi untuk mengatur *setting* tampilan pada LCD atau sebagai kode karakter yang diperlukan LCD untuk menampilkan suatu karakter. Sedangkan untuk pin R/W pada LCD dihubungkan ke *ground* karena dalam hal ini LCD hanya melakukan operasi write atau operasi menampilkan karakter.

6. Clock Generation Circuit

The clock generation circuit contains two oscillator circuits as follows:

- Main clock oscillation circuit
- On-chip oscillator (oscillation stop detect function)

Table 6.1 lists the clock generation circuit specifications. Figure 6.1 shows the clock generation circuit. Figures 6.2 to 6.4 show the clock-related registers.

Table 6.1 Clock Generation Circuit Specifications

Item	Main clock oscillation circuit	On-chip oscillator	
		High-speed on-chip oscillator	Low-speed on-chip oscillator
Use of clock	• CPU clock source • Peripheral function clock source	• CPU clock source • Peripheral function clock source • CPU and peripheral function clock sources when the main clock stops oscillating	• CPU clock source • Peripheral function clock source • CPU and peripheral function clock sources when the main clock stops oscillating
Clock frequency	0 to 20 MHz	Approx. 8 MHz	Approx. 125 kHz
Usable oscillator	• Ceramic resonator • Crystal oscillator	———	———
Pins to connect oscillator	XIN, XOUT[1]	Note[1]	Note[1]
Oscillation starts and stops	Present	Present	Present
Oscillator status after reset	Stopped	Stopped	Oscillating
Other	Externally derived clock can be input[2]	———	———

Notes:
1. Can be used as P46 and P47 when the on-chip oscillator clock is used for CPU clock while the main clock oscillation circuit is not used.
2. Set the CM05 bit in the CM0 register to "1" (main clock stops) and the CM13 bit in the CM1 register to "1" (XIN-XOUT pin) when the external clock is input.

Untuk pin Vcc pada LCD dihubungkan ke supply +Vcc dan Vss dihubungkan ke *ground*. Pin V_{EE} beserta pin Vcc dan Vss dihubungkan ke *trimer potensio* atau kadang disebut dengan *trimpot*. *Trimpot* ini digunakan untuk mengatur kontras dari tampilan LCD dengan cara mengubah tegangan pada pin V_{EE}. Daftar tabel fungsi penyemat pada LCD dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 3.2. Fungsi penyemat LCD

Penyemat	Fungsi
D0 – D7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan di LCD.
Enable	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca.
R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0: tulis 1: baca
RS	Sinyal pemilih *register* 0: masukan data 1: masukan instruksi

Sumber: *[4]*

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa data yang terdapat pada jalur data selain dianggap sebagai kode karakter dapat digunakan sebagai suatu perintah instruksi untuk mengatur setting dari tampilan LCD. Cara pemakaian data antara sebagai instruksi dengan kode karakter berbeda. Perbedaan hanyalah

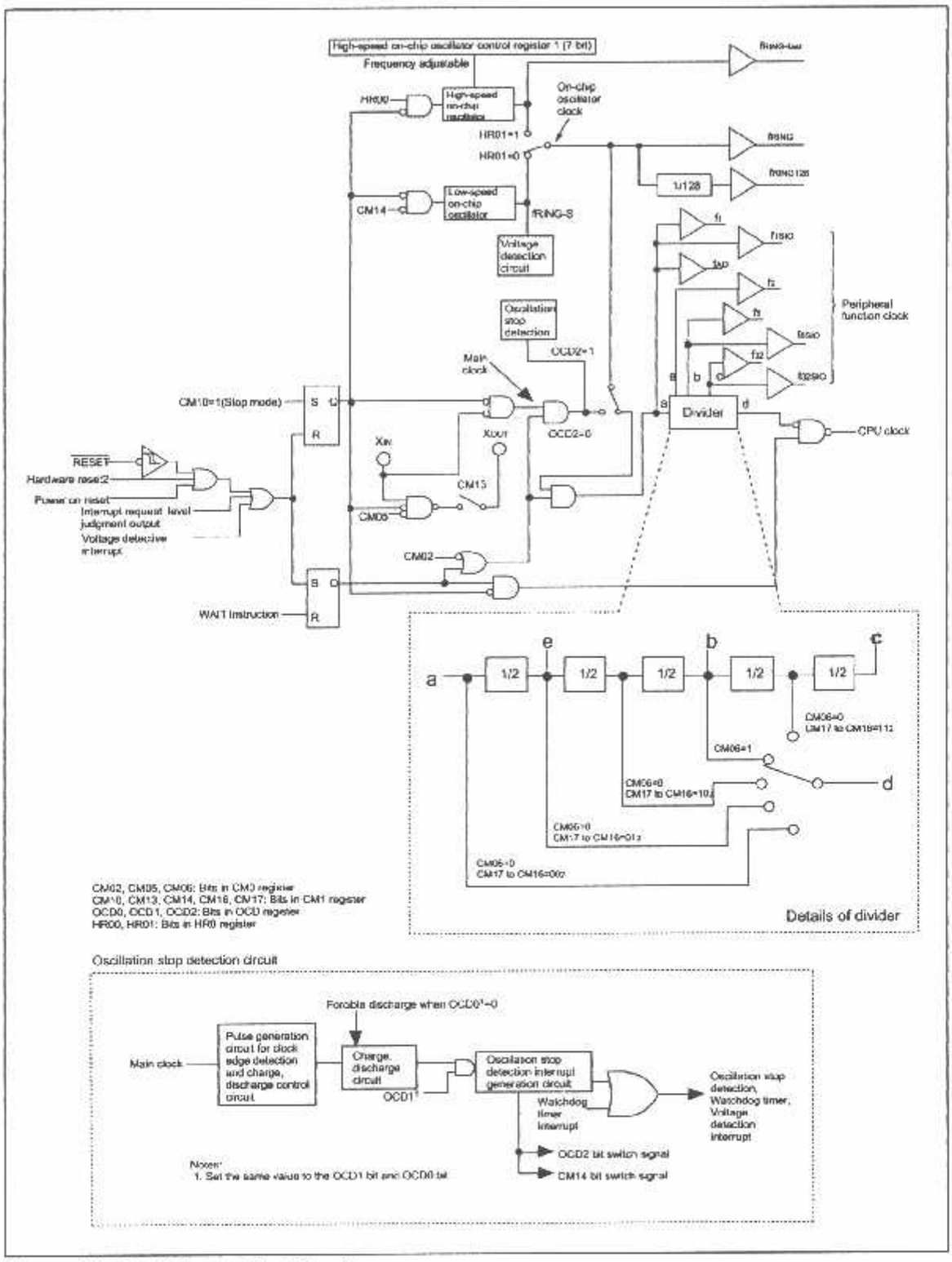


Figure 6.1 Clock Generation Circuit

keadaan pin RS ketika data yang ada dijalur data ditahan oleh LCD dengan memberikan *clock* pada pin E

3.4.6. Rangkaian tombol masukan *(Keypad)*

Keypad sering digunakan sebagai media masukan dalam berbagai aplikasi elektronik. Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya bahwa *keypad* ini bekerja dengan metode matrik dimana keluaran yang dihasilkan merupakan kombinasi dari baris dan kolom dari tombol yang ditekan.

Pada bagian belakang dari *keypad* terdapat delapan buah pin yang berfungsi sebagai keluaran dari *keypad* tersebut. Delapan buah pin ini terdiri dari 4 buah pin yang menunjukkan kolom dari tombol yang ditekan dan 4 buah pin terhubung ke *resistor pull up* menunjukkan baris dari tombol yang ditekan.

Masalah yang sering timbul dengan digunakannya *keypad* jenis ini adalah dengan adanya *bouncing*. Adanya *bouncing* maka tombol yang ditekan sekali, Akan terdeteksi berulang kali.*Bouncing*ini dapat diatasi dalam pemrograman dengan memberikan jeda waktu atau delay beberapa saat sebelum data benar-benar dimasukkan ke dalam mikrokontroler untuk diolah. Tujuan pemberian jeda waktu ini untuk memberi kesempatan agar benar-benar terjadi kontak antar ujung baris dan kolom dari tombol yang ditekan dengan resistor *pull up*. Pada perancangan rangkaian *keypad* ini, empat buah pin baris dan empat buah pin kolom akan dihubungkan ke pin P1.0-P1.7 pada mikrokontroler AT89C2051 dikarenakan pin pada mikrokontroler R8C/13 tidak mencukupi. Data dari *keypad* akan masuk ke mikrokontroler R8C/13 melalui *port* TxD pada AT89C2051, yang

System clock control register 0[1]

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0			0	1		0	0

Symbol: CM0 | Address: 000516 | After reset: 6816

Bit symbol	Bit name	Function	RW
(b1-b0)	Reserved bit	Set to "0"	RW
CM02	WAIT peripheral function clock stop bit	0 : Do not stop peripheral function clock in wait mode 1 : Stop peripheral function clock in wait mode	RW
(b3)	Reserved bit	Set to "1"	RW
(b4)	Reserved bit	Set to "0"	RW
CM05	Main clock (XIN-XOUT)stop bit[2, 4]	0 : On 1 : Off[3]	RW
CM06	CPU clock division select bit 0[5]	0 : CM16 and CM17 valid 1 : Divide-by-8 mode	RW
(b7)	Reserved bit	Set to "0"	RW

Notes
1: Set the PRC0 bit of PRCR register to "1" (write enable) before writing to this register.
2: The CM05 bit is provided to stop the main clock when the on-chip oscillator mode is selected. This bit cannot be used for detection as to whether the main clock stopped or not. To stop the main clock, the following setting is required:
(1) Set the OCD0 and OCD1 bits in the OCD register to "002" (disable oscillation stop detection function).
(2) Set the OCD2 bit to "1" (on-chip oscillator clock selection).
3: Set the CM05 bit to "1" (main clock stops) and the CM13 bit in the CM1 register to "1" (XIN-XOUT pin) when the external clock is input.
4: When the CM05 bit is set to "1" (main clock stop), P46 and P47 can be used as input ports.
5: When entering stop mode from high or middle speed mode, the CM06 bit is set to "1" (divide-by-8 mode).

System clock control register 1[1]

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
					0	0	

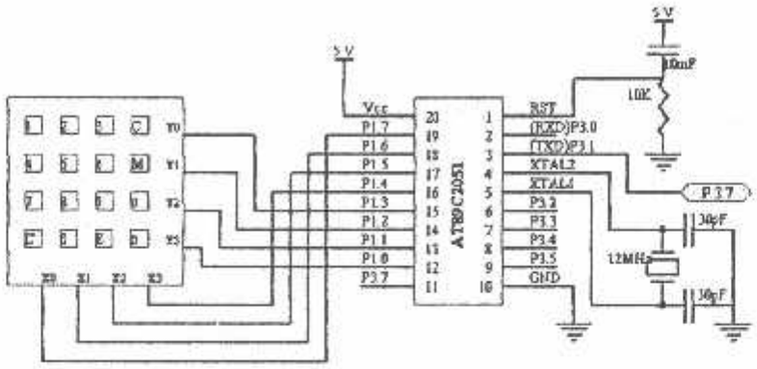
Symbol: CM1 | Address: 000716 | After reset: 2016

Bit symbol	Bit name	Function	RW
CM10	All clock stop control bit[4, 7]	0 : Clock on 1 : All clocks off (stop mode)	RW
(b1)	Reserved bit	Set to "0"	RW
(b2)	Reserved bit	Set to "0"	RW
CM13	Port XIN-XOUT switch bit[7]	0 : Input port P46, P47 1 : XIN-XOUT pin	RW
CM14	Low-speed on-chip oscillation stop bit[5, 6]	0 : Low-speed on-chip oscillator on 1 : Low-speed on-chip oscillator off	RW
CM15	XIN-XOUT drive capacity select bit[2]	0 : LOW 1 : HIGH	RW
CM16	CPU clock division select bit 1[3]	b7 b6 0 0 : No division mode 0 1 : Division by 2 mode 1 0 : Division by 4 mode 1 1 : Division by 16 mode	RW
CM17			RW

Notes:
1: Write to this register after setting the PRC0 bit of PRCR register to "1" (write enable).
2: When entering stop mode from high or middle speed mode, the CM15 bit is set to "1" (drive capacity high).
3: Effective when the CM06 bit is "0" (CM16 and CM17 bits enable).
4: If the CM10 bit is "1" (stop mode), the internal feedback resistor becomes ineffective.
5: The CM14 bit can be set to "1" (low-speed on-chip oscillator off) if the OCD2 bit=0 (main clock selected). When the OCD2 bit is set to "1" (selecting on-chip oscillator clock), the CM14 bit is set to "0" (low-speed on-chip oscillator on). This bit remains unchanged when "1" is written.
6: When using voltage detection interrupt circuit, CM14 bit is set to "0".
7: When the CM10 bit is set to "1" (stop mode) or the CM05 bit in the CM0 register to "1" (main clock stops) and the CM13 bit is set to "1" (XIN-XOUT pin), the XOUT (P47) pin becomes "H".
When the CM13 bit is set to "0" (input ports, P46, P47), the P47 (XOUT) enters input mode.

Figure 6.2 CM0 Register and CM1 Register

merupakan *port output*. *Output* dari port TxD ini akan dihubungkan ke *port* 3.7 pada R8C/13.



Gambar 3.10. Rangkaian *Keypad*

Prosedur untuk pembacaan *keypad* dilakukan dengan teknik *compare* atau membandingkan data. Data yang dimasukkan melalui *keypad* dibandingkan dengan data yang tersimpan di dalam mikrokontroler. Apabila ada yang sesuai maka mikrokontroler akan melakukan instruksi sesuai dengan data yang dimasukkan dari *keypad*. Data yang sah, yang akan diolah oleh mikrokontroler adalah data yang diambil setelah diadakan pemanggilan sub program *delay* untuk mengatasi *bouncing*. Data tersebut kemudian dibandingkan dengan data yang ada di mikrokontroler dan apabila ada yang sesuai maka mikrokontroler akan memproses data tersebut. Apabila data pada akumulator tidak ada yang sesuai dengan data pada mikrokontroler maka akan diulang kembali proses pemasukan data dari *port* TxD ke akumulator.

Oscillation stop detection register[1]

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0	0	0	0				

Symbol: OCD | Address: 000C16 | After reset: 0416

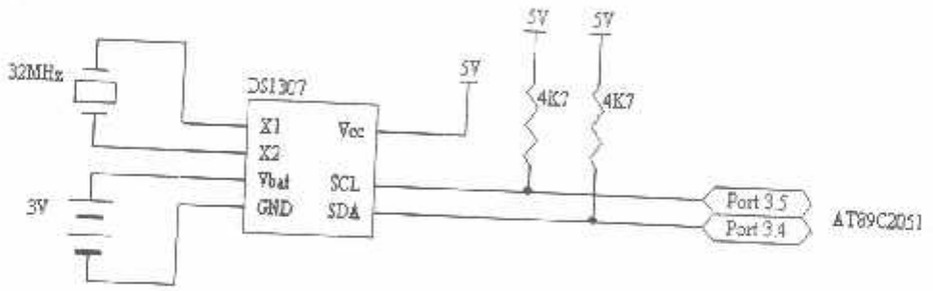
Bit symbol	Bit name	Function	RW
OCD0	Oscillation stop detection enable bit	b1 b0 0 0: The function is disabled[4] 0 1: Do not set 1 0: Do not set 1 1: The function is enabled[7]	RW
OCD1			
OCD2	System clock select bit[6]	0: Select main clock[7] 1: Select on-chip oscillator clock[2]	RW
OCD3	Clock monitor bit[3, 5]	0: Main clock on 1: Main clock off	RO
$\overline{\text{(b7-b4)}}$	Reserved bit	Set to "0"	RW

Notes:
1. Set the PRC0 bit in the PRCR register to "1" (write enable) before rewriting this register.
2. The OCD2 bit is set to "1" (selecting on-chip oscillator clock) automatically if a main clock oscillation stop is detected while the OCD1 to OCD0 bits are set to "11z" (oscillation stop detection function enabled). If the OCD3 bit is set to "1" (main clock stops), the OCD2 bit remains unchanged when trying to write "0" (main clock selected).
3. The OCD3 bit is enabled when the OCD1 to OCD0 bits are set to "11z" (oscillation stop detection function enabled). Read the OCD3 bit several times with the oscillation stop detection interrupt processing program to determine the main clock state.
4. The OCD1 to OCD0 bits should be set to "00z" (oscillation stop detection function disabled) before entering stop mode or on-chip oscillator (main clock stops).
5. The OCD3 bit remains set to "0" (main clock on) if the OCD1 to OCD0 bits are set to "00z".
6. The CM14 bit goes to "0" (low-speed on-chip oscillator on) if the OCD2 bit is set to "1" (on-chip oscillator clock selected).
7. Refer to Figure 6.7 "switching clock source from low-speed on-chip oscillator to main clock" for the switching procedure when the main clock re-oscillates after detecting an oscillation stop.

Figure 6.3 OCD Register

3.4.7. Rangkaian RTC DS1307

RTC sebagai alat pencatat waktu dan penyimpan data, dalam *chip* ini tersimpan baterai *lithium* sehingga pencatatan waktu tidak berhenti jika catu daya alat terputus. Waktu yang dicatat mulai detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun dengan lompatan pergantian tahun. Pada perancangan alat ini hanya mencatat detik, menit, dan jam untuk pengesetan waktu pemberian makan.



Gambar 3.11. Rangkaian RTC

Komunikasi data secara serial dilakukan melalui dua saluran, masing-masing adalah saluran data secara seri (SDA) dan saluran clock (SCL), kedua saluran ini dikenal sebagai IIC Bus. Kaki-kaki IIC (SDA dan SCL) akan dihubungkan dengan AT89C2051. SCL dihubungkan ke P3.5 dan SDA dihubungkan ke P3.4.

SCL merupakan sinyal clock untuk mendorong data di SDA, dalam keadaan tidak ada transfer data SDA dan SCK harus dalam keadaan '1'. Data di SDA boleh berubah hanya pada saat SCK ='0'. Isi SDA diambil peralatan IIC pada saat SCL berubah dari '1' menjadi '0'. Jika terjadi perubahan SDA pada saat SCL = '1', perubahan itu diartikan sebagai sinyal *START* atau *STOP*. Sinyal *START* menandakan master akan mulai mengirim data, sinyal ini berupa

High-speed on-chip oscillator control register 0[3]

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0	0	0	0	0	0	0	

Symbol: HR0 Address: 000816 After reset: 0016

Bit symbol	Bit name	Function	RW
HR00	High-speed on-chip oscillator enable bit	0: High-speed on-chip oscillator off 1: High-speed on-chip oscillator on	RW
HR01	High-speed on-chip oscillator select bit[1]	0: Low-speed on-chip oscillator selected[2] 1: High-speed on-chip oscillator selected	RW
(b7-b2)	Reserved bit	Set to "0"	RW

Notes:
1. The HR01 bit should be changed under the following conditions.
   - HR00 = 1 (high-speed on-chip oscillator on)
   - CM1 register CM14 bit = 0 (low-speed on-chip oscillator on)
2. When writing "0"(low-speed on-chip oscillator selected) to the HR01 bit, do not write "0"(high-speed on-chip oscillator stops) to the HR00 bit simultaneously. Set the HR00 bit to "0" after setting the HR01 bit to "0".
3. Set the PRC0 bit in the PRCR register to "1" (write enable) before rewriting this register.

High-speed on-chip oscillator control register 1[1]

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0							

Symbol: HR1 Address: 000B16 After reset: 4016

Function	RW
The frequency of high-speed on-chip oscillator is adjusted with bits 0 to bits 6. Period of high-speed on-chip oscillator = td(HR offset) + (64 × b6 + 32 × b5 + 16 × b4 + 8 × b3 + 4 × b2 + 2 × b1 + b0) × td(HR) Bit 7 should be set to "0".	RW

Note:
1. Set the PRC0 bit in the PRCR register to "1" (write enable) before rewriting this register.

Figure 6.4 HR0 Register and HR1 Register

perubahan tegangan SDA dari '1' menjadi '0' pada saat SCK='1'. Sinyal *STOP* menandakan master akan mengakhiri komunikasi data, sinyal ini berupa perubahan tegangan SDA dari '0' menjadi '1' pada saat SCK='1'.

3.5. Perangkat Lunak *(Software)*

Perancangan perangkat lunak *(software)* digunakan untuk memudahkan penyusunan program. Perangkat lunak itu sendiri diperlukan untuk mengatur kerja mikrokontroler sehingga dapat mengendalikan sisterm perangkat keras. Perangkat lunak ditulis dalam bahasa C dan penulisannya sesuai dengan spesifikasi sistem yang telah ditentukan.

Proses penyimpanan program ke memori I/O di MCU R8C/13 adalah:

1. *Port0* digunakan sebagai :
   - *Port*0.1/AN6 digunakan untuk menerima data dari sensor suhu.
   - *Port*0.3/AN4 digunakan untuk menerima data dari *Infra Red*.
   - *Port*0.6/AN1 digunakan untuk menerima data dari sensor level bawah.
   - *Port*0.7/AN0 digunakan untuk menerima data dari sensor level atas.
2. *Port*1.4-1.7 digunakan sebagai pengontrol tampilan pada LCD.
3. *Port3* digunakan sebagai :
   - *Port3.0* dan *port3.1* sebagai pengontrol motor mekanik makanan.
   - *Port3.2* digunakan sebagai pengontrol pompa penguras air.
   - *Port3.3* digunakan sebagai pengontrol pompa pengisi air.
4. *Port*4.5 digunakan sebagai pengontrol pemanas *(heater)*.

The following describes the clocks generated by the clock generation circuit.

6.1 Main Clock

This clock is supplied by a main clock oscillation circuit. This clock is used as the clock source for the CPU and peripheral function clocks. The main clock oscillator circuit is configured by connecting a resonator between the XIN and XOUT pins. The main clock oscillator circuit contains a feedback resistor, which is disconnected from the oscillator circuit during stop mode in order to reduce the amount of power consumed in the chip. The main clock oscillator circuit may also be configured by feeding an externally generated clock to the XIN pin. Figure 6.5 shows examples of main clock connection circuit.

During reset and after reset, the main clock is turned off.

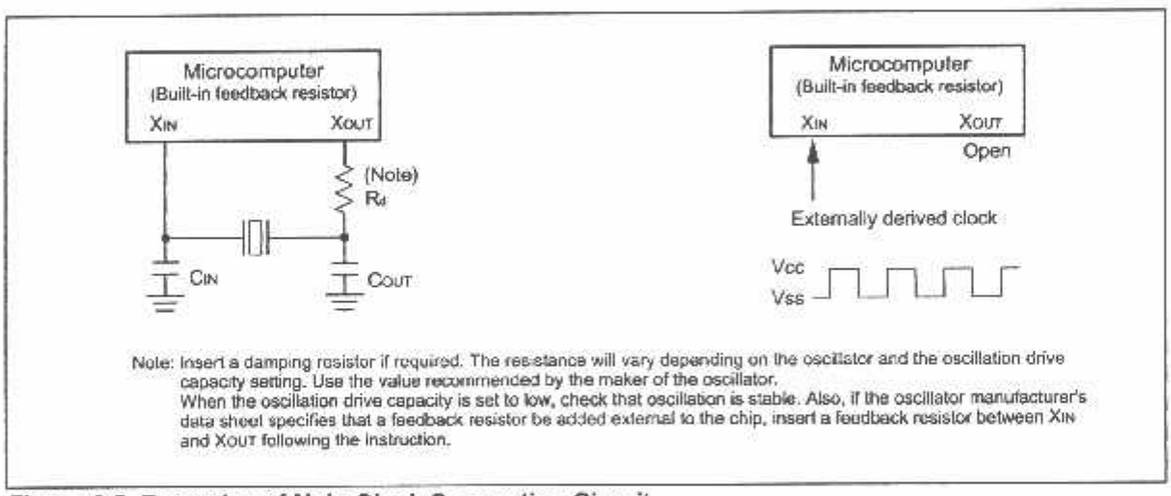
The main clock starts oscillating when the CM05 bit in the CM0 register is set to "0" (main clock on) after setting the CM13 bit in the CM1 register to "1" (XIN- XOUT pin).

To use the main clock for the CPU clock, set the OCD2 bit in the OCD register to "0" (selecting main clock) after the main clock becomes oscillating stably.

The power consumption can be reduced by setting the CM05 bit in the CM0 register to "1" (main clock off) if the OCD2 bit is set to "1" (on-chip oscillator clock selected).

Note that if an externally generated clock is fed into the XIN pin, the main clock cannot be turned off by setting the CM05 bit to "1". If necessary, use an external circuit to turn off the clock.

During stop mode, all clocks including the main clock are turned off. Refer to Section 6.4, "Power Control."



Note: Insert a damping resistor if required. The resistance will vary depending on the oscillator and the oscillation drive capacity setting. Use the value recommended by the maker of the oscillator.
When the oscillation drive capacity is set to low, check that oscillation is stable. Also, if the oscillator manufacturer's data sheet specifies that a feedback resistor be added external to the chip, insert a feedback resistor between XIN and XOUT following the instruction.

Figure 6.5 Examples of Main Clock Connection Circuit

MCU R8C/13 akan melakukan proses *scanning* untuk mendeteksi suhu, kekeruhan air dan waktu makan.

Jika suhu dalam air berada di bawah set suhu maka MCU akan memerintahkan untuk mengaktifkan heater hingga mencapai suhu yang telah di set. Heater akan mati jika suhu telah terpenuhi.

Jika kekeruhan air melebihi set keruh maka MCU akan mengaktifkan pompa penguras air hingga air mencapai level bawah . Kemudian pompa pengisi air akan aktif hingga air mencapai level maksimal dari akuarium.

Jika waktu telah memenuhi set waktu makan, maka RTC akan memberikan inputan kepada MCU untuk digunakan sebagai perintah mengaktifkan motor mekanik makanan.

6.2 On-Chip Oscillator Clock

This clock is supplied by a on-chip oscillator. There are two kinds of on-chip oscillator: high-speed on-chip oscillator and low-speed on-chip oscillator. These oscillators are selected by the bit HR01 bit in the HR0 register.

6.2.1 Low-Speed On-Chip Oscillator Clock

The clock derived from the low-speed on-chip oscillator is used as the clock source for the CPU clock, peripheral function clock, fRING, fRING128 and fRING-S.

After reset, the on-chip oscillator clock derived from low-speed on-chip oscillator by divided by 8 is selected for the CPU clock.

If the main clock stops oscillating when the OCD1 to OCD0 bits in the OCD register are "112" (oscillation stop detection function enabled), the low-speed on-chip oscillator automatically starts operating, supplying the necessary clock for the microcomputer.

The frequency of the low-speed on-chip oscillator varies depending on the supply voltage and the operation ambient temperature. The application products must be designed with sufficient margin to accommodate the frequency range.

6.2.2 High-Speed On-Chip Oscillator Clock

The clock derived from high-speed on-chip oscillator is used as the clock source for the CPU clock, peripheral function clock, fRING, fRING128, and fRING1-fast.

After reset, the on-chip oscillator clock derived from high-speed on-chip oscillator is halted. The oscillation is started by setting the HR00 bit in the HR0 register to "1" (high-speed on-chip oscillator on). The frequency can be adjusted by the HR1 register.

The relationship between the value of HR1 register and the period of high-speed on-chip oscillator is shown below. It is noted that the difference in delay between the bits should be adjusted by changing each bit. Bit 7 should be set be "0".

Period of high-speed on-chip oscillator = td(HR offset) + (64 X b6 + 32 X b5 + 16 X b4 + 8 X b3 + 4 X b2 + 2 X b1 + b0) X td(HR)

b0 to b6 : Bits in HR1 register

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini membahas tentang pengukuran dan pengujian alat yang dirancang, dimana meliputi perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Untuk mengetahui sistem yang dirancang sesuai dengan fungsi yang diharapkan, dilakukan pengujian terhadap sistem aplikasi tersebut baik secara keseluruhan atau subsistem. Bagian dari subsistem yang akan diuji adalah :

- Rangkaian *driver* motor DC dan pemanas (*heater)*
- Rangkaian sensor suhu
- Rangkaian *Infra Red*
- Rangkaian sensor level air

Berikut penjelasan mengenai prosedur pengukuran dan dan data hasil pengujian.

4.1. Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC dan Pemanas *(Heater)*

4.1.1 Pengujian Rangkaian D*river* Motor Kuras

Blok pengujian rangkaian driver relai untuk motor penguras air ditunjukkan seperti dalam Gambar 5.1.

- **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah prinsip kerja motor penguras air pada akuarium bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

6.3 CPU Clock and Peripheral Function Clock

There are two types of clocks: CPU clock to operate the CPU and peripheral function clock to operate the peripheral functions. Also refer to "Figure 6.1 Clock Generating Circuit".

6.3.1 CPU Clock

This is an operating clock for the CPU and watchdog timer.

The clock source for the CPU clock can be chosen to be the main clock or on-chip oscillator clock.

The selected clock source can be divided by 1 (undivided), 2, 4, 8 or 16 to produce the CPU clock. Use the CM06 bit in the CM0 register and the CM17 to CM16 bits in the CM1 register to select the divide-by-n value.

After reset, the low-speed on-chip oscillator clock divided by 8 provides the CPU clock.

Note that when entering stop mode from high or middle speed mode, the CM06 bit is set to "1" (divide-by-8 mode).

6.3.2 Peripheral Function Clock (f_1, f_2, f_8, f_{32}, f_{AD}, f_{1SIO}, f_{8SIO}, f_{32SIO}, f_{RING}, $f_{RING128}$)

These are operating clocks for the peripheral functions.

Of these, fi (i=1, 2, 8, 32) is derived from the main clock or on-chip oscillator clock by dividing them by i. The clock fi is used for timers X, Y, Z and C.

The clock f_{jSIO} (j=1, 8, 32) is derived from the main clock or on-chip oscillator clock by dividing them by j. The clock f_{jSIO} is used for serial interface.

The f_{AD} clock is produced from the main clock or the on-chip oscillator clock and is used for the A/D converter.

When the WAIT instruction is executed after setting the CM02 bit in the CM0 register to "1" (peripheral function clock turned off during wait mode), the clocks fi, f_{jSIO}, and f_{AD} are turned off.

6.3.3 f_{RING} and $f_{RING128}$

These are operating clocks for the peripheral functions.

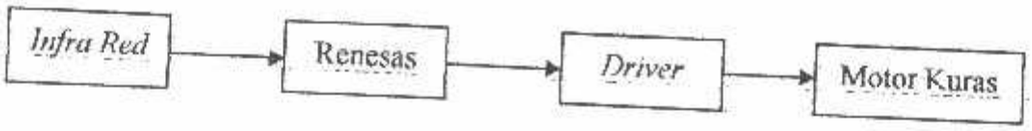
The f_{RING} runs at the same frequency as the on-chip oscillator, and can be used as the souce for the timer Y. The $f_{RING128}$ is derived from the f_{RING} by dividing it by 128, and can be used for Timer C.

When the WAIT instruction is executed, the clocks f_{RING} and $f_{RING128}$ are not turned off.

6.3.4 f_{RING}-fast

This is used as the count source for the timer C. The f_{RING}-fast is derived from the high-speed on-chip oscillator and provided by setting the HR00 bit to "1" (high-speed on-chip oscillator on).

When the WAIT instruction is executed, the clock f_{RING}-fast is not turned off.



Gambar 5.1 Blok Diagram Pengujian Rangkaian driver relai untuk motor kuras

❖ **Alat yang digunakan :**

1. Multimeter digital
2. Catu daya

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan catu daya pada rangkaian.
- Amati keluaran dari kondisi relai dan output relay.
- Hasil Pengujian rangkaian *driver* motor kuras ditunjukkan dalam Tabel 5.1

❖ **Hasil Pengujian**

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Rangkaian *Driver* relai motor kuras

Infra Red	Kondisi Relay	Output Relay	Tegangan keluaran driver
Logika Tinggi ("1")	Relai on	Motor kuras on	12 volt
Logika Rendah ("0")	Relai off	motor kuras off	0 volt

❖ **Analisis hasil pengujian**

Dari Tabel 5.1 terlihat bahwa pengaturan motor kuras tergantung dari *infra red*. Jika *infra red* mendeteksi kekeruhan air akan menghasilkan logika tinggi ("1") maka kondisi relai on , motor kuras akan aktif demikian juga sebaliknya .

6.4 Power Control

There are three power control modes. All modes other than wait and stop modes are referred to as normal operation mode.

6.4.1 Normal Operation Mode

Normal operation mode is further classified into four modes.

In normal operation mode, because the CPU clock and the peripheral function clocks both are on, the CPU and the peripheral functions are operating. Power control is exercised by controlling the CPU clock frequency. The higher the CPU clock frequency, the greater the processing capability. The lower the CPU clock frequency, the smaller the power consumption in the chip. If the unnecessary oscillator circuits are turned off, the power consumption is further reduced.

Before the clock sources for the CPU clock can be switched over, the new clock source to which switched must be oscillating stably. If the new clock source is the main clock, allow a sufficient wait time in a program until it becomes oscillating stably.

- **High-speed Mode**

  The main clock divided by 1 (undivided) provides the CPU clock. If the CM14 bit is set to "0" (low-speed on-chip oscillator on) or the HR00 bit in the HR0 register is set to "1" (high-speed on-chip oscillator on), the fRING and fRING128 can be used for timers Y and C. When the HR00 bit is set to "1", fRING-fast can be used for timer C.

- **Medium-speed Mode**

  The main clock divided by 2, 4, 8 or 16 provides the CPU clock. If the CM14 bit is set to "0" (low-speed on-chip oscillator on) or the HR00 bit in the HR0 register is set to "1" (high-speed on-chip oscillator on), the fRING and fRING128 can be used for timers Y and C. When the HR00 bit is set to "1", fRING-fast can be used for timer C.

- **High-speed, Low-speed, On-Chip Oscillator Mode**

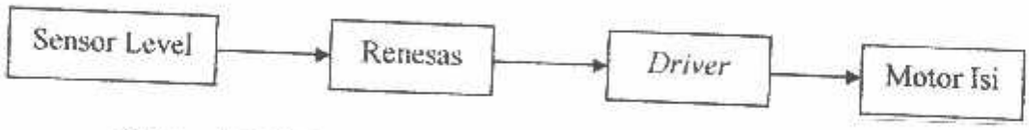
  The on-chip oscillator clock divided by 1 (undivided), 2, 4, 8 or 16 provides the CPU clock. The on-chip oscillator clock is also the clock source for the peripheral function clocks. When the HR00 bit is set to "1", fRING-fast can be used for timer C.

4.1.2 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor Isi

Blok pengujian rangkaian driver relai untuk motor pengisi air ditunjukkan seperti dalam Gambar 5.2.

❖ **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah prinsip kerja motor pengisi air pada akuarium bekerja sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 5.2. Blok Diagram Pengujian Rangkaian driver relay untuk motor isi

❖ **Alat yang digunakan :**

1. Multimeter digital
2. Catu daya

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan catu daya pada rangkaian .
- Amati keluaran dari kondisi relay dan output relay.
- Hasil Pengujian rangkaian *driver* motor kuras ditunjukkan dalam Tabel 5.2

Table 6.2 Setting Clock Related Bit and Modes

Modes		OCD register	CM1 register	CM0 register	
		OCD2	CM17, CM16	CM06	CM05
High-speed mode		0	00₂	0	0
Medium-speed mode	divided by 2	0	01₂	0	0
	divided by 4	0	10₂	0	0
	divided by 8	0	—	1	0
	divided by 16	0	11₂	0	0
High-speed, low-speed on-chip oscillator mode[1]	no division	1	00₂	0	0 or 1
	divided by 2	1	01₂	0	0 or 1
	divided by 4	1	10₂	0	0 or 1
	divided by 8	1	—	1	0 or 1
	divided by 16	1	11₂	0	0 or 1

Notes:
1. The low-speed on-chip oscillator is used as the on-chip oscillator clock when the CM1 register CM14 bit=0 (low-speed on-chip oscillator on) and HR0 register HR01 bit=0 (low-speed on-chip oscillator selected).
The high-speed on-chip oscillator is used as the on-chip oscillator clock when the HR0 register HR00 bit=1 (high-speed on-chip oscillator on) and HR01 bit=1 (high-speed on-chip oscillator selected).

❖ **Hasil Pengujian**

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Rangkaian *Driver* relay motor isi

Sensor Level Atas	Sensor Level Bawah	Kondisi Relay	Output Relay	Tegangan KeluaranDriver
Dalam Air	Dalam Air	Off	Motor Isi Off	0 Volt
Tidak Kena Air	Dalam Air	Off	Motor Isi Off	0 Volt
Tidak Kena Air	Tidak Kena Air	On	Motor Isi On	12 Volt

❖ **Analisis hasil pengujian**

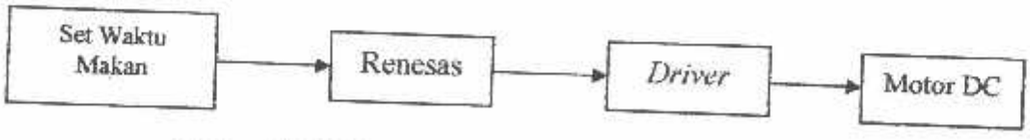
Dari Tabel 5.2 terlihat bahwa pengaturan motor isi tergantung dari kondisi sensor level bawah air. Relay akan aktif pada saat air telah melewati sensor level bawah sehigga akan mengaktifkan motor isi. Dan relay akan *off* pada saat air telah mencapai sensor level atas, dan motor isi akan mati.

4.1.3 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor Pemberi Makanan

Blok pengujian rangkaian driver relai untuk motor Pemberi Makanan ditunjukkan seperti dalam Gambar 5.3.

❖ **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah prinsip kerja motor penggerak mekanik pemberi makanan telah bekerja sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 5.3. Blok Diagram Rangkaian driver relay motor pemberi makanan

6.4.2 Wait Mode

In wait mode, the CPU clock is turned off, so are the CPU and the watchdog timer because both are operated by the CPU clock. Because the main clock and on-chip oscillator clock both are on, the peripheral functions using these clocks keep operating.

- **Peripheral Function Clock Stop Function**

If the CM02 bit is "1" (peripheral function clocks turned off during wait mode), the f1, f2, f8, f32, f1SIO, f8SIO, f32SIO, and fAD clocks are turned off when in wait mode, with the power consumption reduced that much.

- **Entering Wait Mode**

The microcomputer is placed into wait mode by executing the WAIT instruction.

- **Pin Status During Wait Mode**

The status before wait mode is retained.

- **Exiting Wait Mode**

The microcomputer is moved out of wait mode by a hardware reset or peripheral function interrupt.

When using a hardware reset to exit wait mode, set the ILVL2 to ILVL0 bits for the peripheral function interrupts to "0002" (interrupts disabled) before executing the WAIT instruction.

The peripheral function interrupts are affected by the CM02 bit. If CM02 bit is "0" (peripheral function clocks not turned off during wait mode), all peripheral function interrupts can be used to exit wait mode. If CM02 bit is "1" (peripheral function clocks turned off during wait mode), the peripheral functions using the peripheral function clocks stop operating, so that only the peripheral functions clocked by external signals can be used to exit from wait mode.

Table 6. 3 lists the interrupts to exit wait mode and the usage conditions.

When using a peripheral function interrupt to exit wait mode, set up the following before executing the WAIT instruction.

1. In the ILVL2 to ILVL0 bits in the interrupt control register, set the interrupt priority level of the peripheral function interrupt to be used to exit wait mode.
   Also, for all of the peripheral function interrupts not used to exit wait mode, set the ILVL2 to ILVL0 bits to "0002" (interrupt disable).
2. Set the I flag to "1".
3. Enable the peripheral function whose interrupt is to be used to exit wait mode.
   In this case, when an interrupt request is generated and the CPU clock is thereby turned on, an interrupt sequence is executed.

The CPU clock turned on when exiting wait mode by a peripheral function interrupt is the same CPU clock that was on when the WAIT instruction was executed.

Table 6.3 Interrupts to Exit Wait Mode and Usage Conditions

Interrupt	CM02=0	CM02=1
Serial interface interrupt	Can be used when operating with internal or external clock	Can be used when operating with external clock
Key input interrupt	Can be used	Can be used
A/D conversion interrupt	Can be used in one-shot mode	— (Do not use)
Timer X interrupt	Can be used in all modes	Can be used in event counter mode
Timer Y interrupt	Can be used in all modes	Can be used when counting inputs from CNTR1 pin in timer mode
Timer Z interrupt	Can be used in all modes	— (Do not use)
Timer C interrupt	Can be used in all modes	— (Do not use)
$\overline{\text{INT}}$ interrupt	Can be used	Can be used ($\overline{\text{INT0}}$ and $\overline{\text{INT3}}$ can be used if there is no filter.
Voltage detection interrupt	Can be used	Can be used
Oscillation stop detection interrupt	Can be used	— (Do not use)

❖ **Alat yang digunakan :**

1. Multimeter digital
2. Catu daya

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan catu daya pada rangkaian .
- Amati keluaran dari kondisi relay dan output relay.
- Hasil Pengujian rangkaian *driver* motor kuras ditunjukkan dalam Tabel 5.3

❖ **Hasil Pengujian**

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Rangkaian *Driver* relay motor pemberi makan

Waktu Makan	Kondisi Relay	Output Relay	Tegangan Keluaran Driver
Tidak Sesuai	Off	Motor tidakaktif	0 Volt
Sesuai	On	Motor Aktif	12 Volt

❖ **Analisis hasil pengujian**

Dari Tabel 5.3 terlihat bahwa pengaturan motor pemberi makanan tergantung dari kondisi waktu makan yang telah di set. Relay akan aktif pada saat waktu telah mencapi waktu makan yang telah di set, sehigga akan mengaktifkan motor pemberi makan. Dan relay akan *off* jika proses pemberian makan telah selesai dan motor pemberi makan akan mati.

6.4.3 Stop Mode

In stop mode, all oscillator circuits are turned off, so are the CPU clock and the peripheral function clocks. Therefore, the CPU and the peripheral functions clocked by these clocks stop operating. The least amount of power is consumed in this mode. If the voltage applied to Vcc pin is VRAM or more, the internal RAM is retained.

However, the peripheral functions clocked by external signals keep operating. The following interrupts can be used to exit stop mode.

- Key interrupt
- $\overline{INT0}$ to $\overline{INT2}$ interrupts ($\overline{INT0}$ can be used only when there is no filter.)
- INT3 interrupt (INT3 can be used when there is no filter and Timer C output compare mode (the TCC13 bit in the TCC1 register is set to "1")
- Timer X interrupt (when counting external pulses in event counter mode)
- Timer Y interrupt (when counting inputs from CNTR1 pin in timer mode)
- Serial interfaces interrupt (when external clock is selected)
- Voltage detection interrupt

• Entering Stop Mode

The microcomputer is placed into stop mode by setting the CM10 bit of CM1 register to "1" (all clocks turned off). At the same time, the CM06 bit of CM0 register is set to "1" (divide-by-8 mode) and the CM15 bit of CM10 register is set to "1" (main clock oscillator circuit drive capability high).

Before entering stop mode, set the OCD1 to OCD0 bits to "002" (oscillation stop detection function disable).

• Pin Status in Stop Mode

The status before wait mode is retained.

However, the XOUT(P47) pin is held "H" when the CM13 bit in the CM1 register is set to "1" (XIN-XOUT pin). The P47(XOUT) is in input state when the CM13 bit is set to "0" (input port P46, P47).

• Exiting Stop Mode

The microcomputer is moved out of stop mode by a hardware reset or peripheral function interrupt.

When using a hardware reset to exit stop mode, set the ILVL2 to ILVL0 bits for the peripheral function interrupts to "0002" (interrupts disabled) before setting the CM10 bit to "1".

When using a peripheral function interrupt to exit stop mode, set up the following before setting the CM10 bit to "1".

1. In the ILVL2 to ILVL0 bits in the interrupt control register, set the interrupt priority level of the peripheral function interrupt to be used to exit stop mode.
   Also, for all of the peripheral function interrupts not used to exit stop mode, set the ILVL2 to ILVL0 bits to "0002".
2. Set the I flag to "1".
3. Enable the peripheral function whose interrupt is to be used to exit stop mode.
   In this case, when an interrupt request is generated and the CPU clock is thereby turned on, an interrupt sequence is executed.

The main clock divided by 8 of the clock which is used right before stop mode is used for the CPU clock when exiting stop mode by a peripheral function interrupt.

Figure 6.6 shows the state transition of power control.

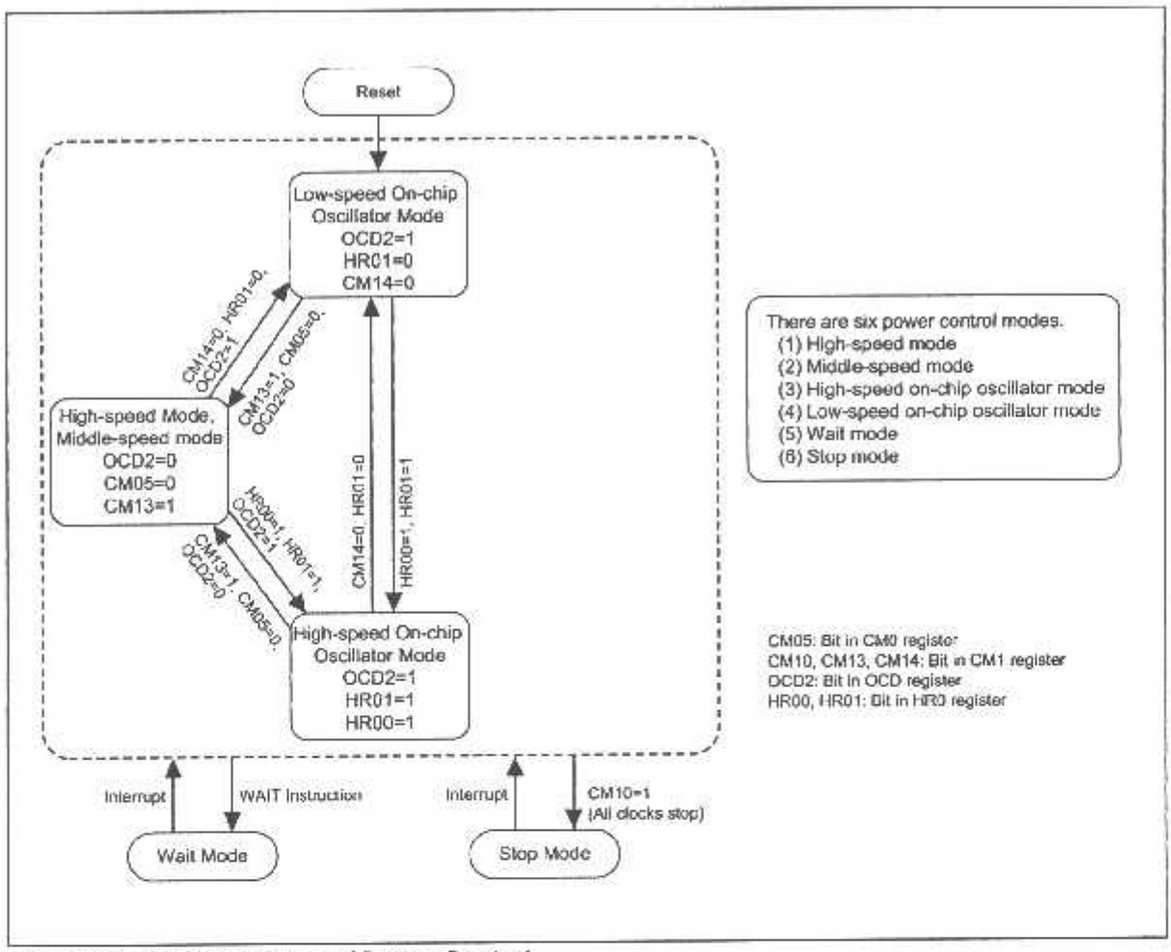


Figure 6.6 State Transition of Power Control

6.5 Oscillation Stop Detection Function

The oscillation stop detection function is such that main clock oscillation circuit stop is detected. The oscillation stop detection function can be enabled and disabled by the OCD1 to OCD0 bits in the OCD register.

Table 6.4 lists the specifications of the oscillation stop detection function.

Where the main clock corresponds to the CPU clock source and the OCD1 to OCD0 bits are "11₂" (oscillation stop detection function enabled), the system is placed in the following state if the main clock comes to a halt:

- OCD register OCD2 bit = 1 (selecting on-chip oscillator clock)
- OCD register OCD3 bit = 1 (main clock stopped)
- CM1 register CM14 bit = 0 (low-speed on-chip oscillator oscillating)
- Oscillation stop detection interrupt request occurs

Table 6.4 Oscillation Stop Detection Function Specifications

Item	Specification
Oscillation stop detectable clock and frequency bandwidth	$f(X_{IN}) \geq 2$ MHz
Enabling condition for oscillation stop detection function	Set OCD1 to OCD0 bits to "11₂" (oscillation stop detection function enabled)
Operation at oscillation stop detection	Oscillation stop detection interrupt occurs

6.5.1 How to Use Oscillation Stop Detection Function

- The oscillation stop detection interrupt shares the vector with the watchdog timer interrupt. If the oscillation stop detection and watchdog timer interrupts both are used, the interrupt factor must be determined. Table 6.5 shows how to determine the interrupt factor with the oscillation stop detection interrupt, watchdog timer interrupt and voltage detection interrupt.
- Where the main clock re-oscillated after oscillation stop, the clock source for the CPU clock and peripheral functions must be switched to the main clock in the program.
  Figure 6.7 shows the procedure for switching the clock source from the low-speed on-chip oscillator to the main clock.
- To enter wait mode while using the oscillation stop detection function, set the CM02 bit to "0" (peripheral function clocks not turned off during wait mode).
- Since the oscillation stop detection function is provided in preparation for main clock stop due to external factors, set the OCD1 to OCD0 bits to "00₂" (oscillation stop detection function disabled) where the main clock is stopped or oscillated in the program, that is where the stop mode is selected or the CM05 bit is altered.
- When using the low-speed on-chip oscillator clock for the CPU clock and clock sources of peripheral functions after detecting the oscillation stop, set the HR01 bit in the HR0 register to "0" (low-speed on-chip oscillator selected) and the OCD1 to OCD0 bits to "11₂" (oscillation stop detection function enabled). When using the high-speed on-chip oscillator clock for the CPU clock and clock sources of peripheral functions after detecting the oscillation stop, set the HR01 bit to "1" (high-speed on-chip oscillator selected) and the OCD1 to OCD0 bits to "11₂" (oscillation stop detection function enabled).

Table 6.5 Interrupt Factor Determination of Oscillation Stop Detection, Watchdog Timer Interrupt or Voltage Detection Interrupt

Generated Interrupt Factor	Bit showing interrupt source
Oscillation stop detection ((a) or (b))	(a) The OCD3 bit in the OCD register = 1
	(b) The OCD1 to OCD0 bits in the OCD register = 11₂ and the OCD2 bit = 1
Watchdog timer	The D43 bit in the D4INT register = 1
Voltage detection	The D42 bit in the D4INT register = 1

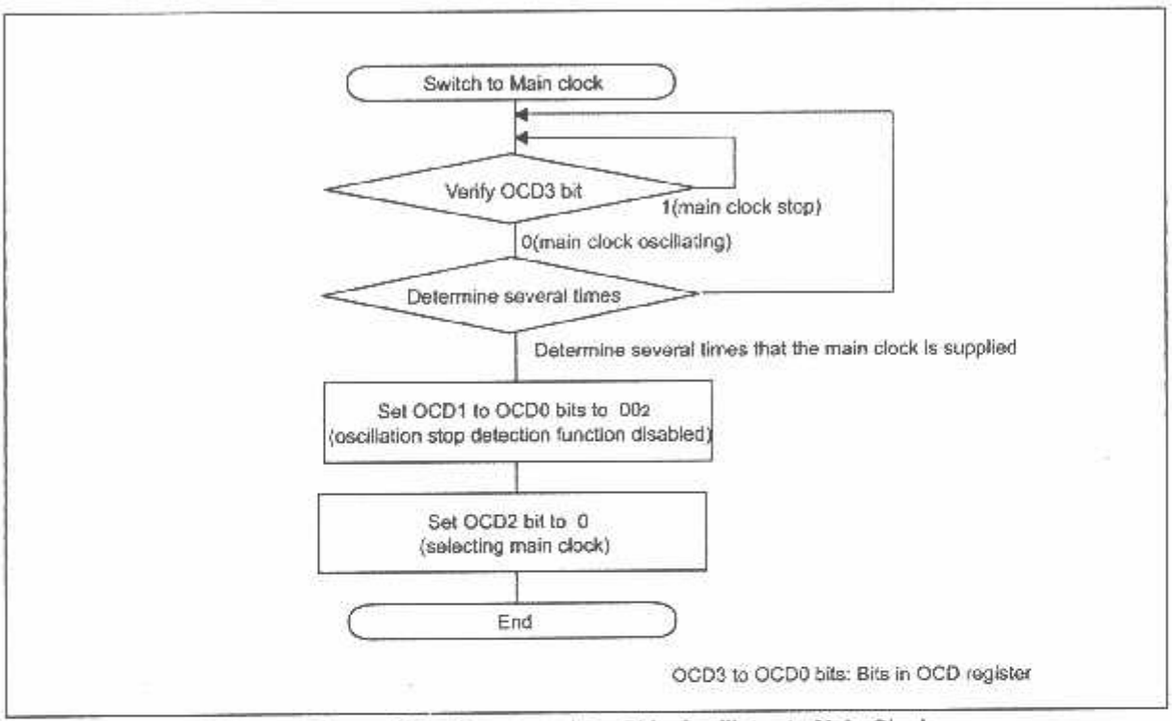


Figure 6.7 Switching Clock Source From Low-speed On-Chip Oscillator to Main Clock

14. A/D Converter

The A/D converter consists of one 10-bit successive approximation A/D converter circuit with a capacitive coupling amplifier. The analog inputs share the pins with P00 to P07 and P10 to P13. Therefore, when using these pins, make sure the corresponding port direction bits are set to "0" (input mode).

When not using the A/D converter, set the VCUT bit to "0" (Vref unconnected), so that no current will flow from the VREF pin into the resistor ladder, helping to reduce the power consumption of the chip.

The result of A/D conversion is stored in the AD register.

Table 14.1 shows the performance of the A/D converter. Figure 14.1 shows a block diagram of the A/D converter, and Figures 14.2 and 14.3 show the A/D converter-related registers.

Table 14.1 Performance of A/D converter

Item	Performance
Method of A/D conversion	Successive approximation (capacitive coupling amplifier)
Analog input voltage[1]	0V to Vref
Operating clock ϕ_{AD}[2]	AVCC = 5V f_{AD}, divide-by-2 of f_{AD}, divide-by-4 of f_{AD} AVCC = 3V divide-by-2 of f_{AD}, divide-by-4 of f_{AD}
Resolution	8-bit or 10-bit (selectable)
Integral nonlinearity error	AVcc = Vref = 5V • 8-bit resolution ±2 LSB • 10-bit resolution ±3 LSB AVcc = Vref = 3.3 V • 8-bit resolution ±2 LSB • 10-bit resolution ±5 LSB
Operating modes	One-shot mode and repeat mode[3]
Analog input pins	12 pins (AN0 to AN11)
A/D conversion start condition	ADST bit in ADCON0 register is set to "1" (A/D conversion starts)
Conversion speed per pin	• Without sample and hold function 8-bit resolution: 49 ϕ_{AD} cycles, 10-bit resolution: 59 ϕ_{AD} cycles • With sample and hold function 8-bit resolution: 28 ϕ_{AD} cycles, 10-bit resolution: 33 ϕ_{AD} cycles

Notes:

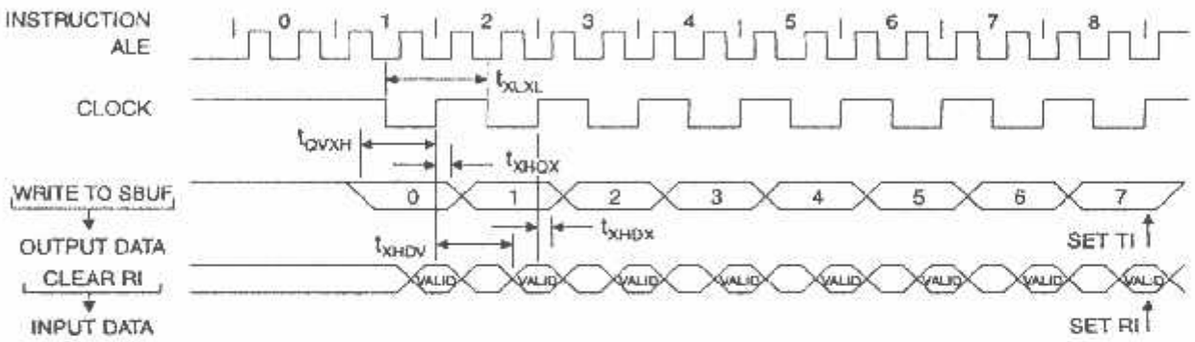
1. Does not depend on use of sample and hold function.
2. The frequency of ϕ_{AD} must be 10 MHz or less.
   When AVcc is less than 4.2V, ϕ_{AD} must be $f_{AD}/2$ or less by dividing f_{AD}.
   Without sample and hold function, the ϕ_{AD} frequency should be 250 kHz or more.
   With the sample and hold function, the ϕ_{AD} frequency should be 1 MHz or more.
3. In repeat mode, only 8-bit mode can be used.

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

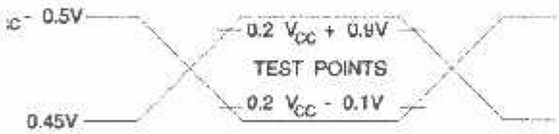
V_{CC} = 5.0V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms



AC Testing Input/Output Waveforms[1]



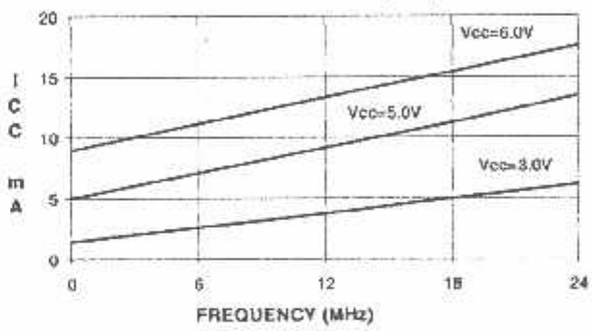
Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]

Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change frothe loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

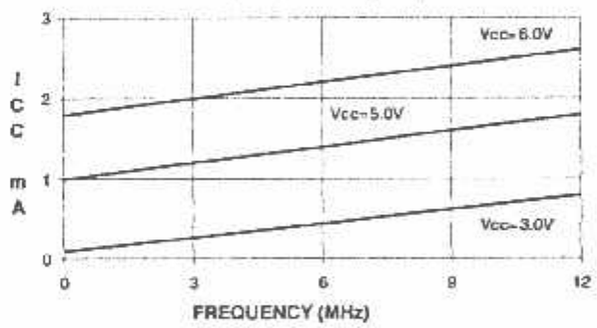
AT89C2051

TYPICAL ICC - ACTIVE (85°C)



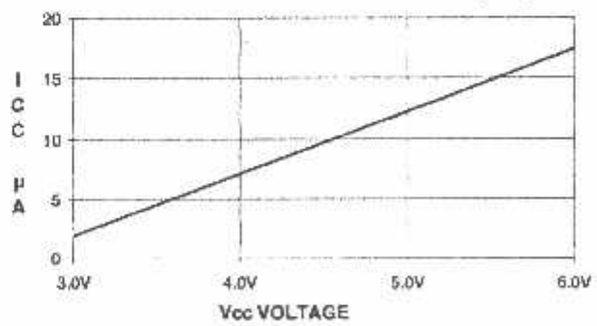
AT89C2051

TYPICAL ICC - IDLE (85°C)



AT89C2051

TYPICAL ICC vs. VOLTAGE- POWER DOWN (85°C)



Notes:
1. XTAL1 tied to GND for I_{CC} (power-down)
2. P1.0 and P1.1 = V_{CC} or GND
3. Lock bits programmed

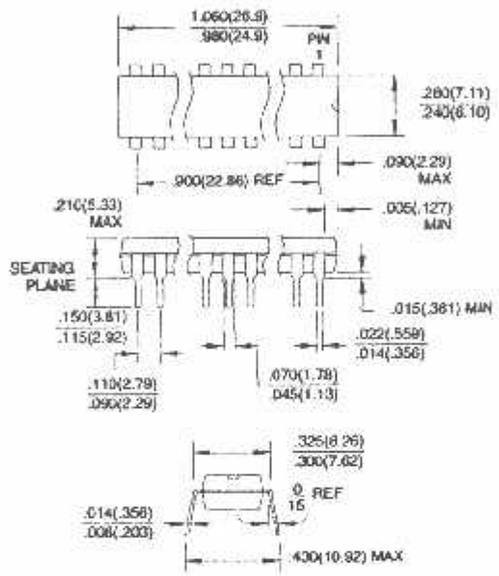
Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	2.7V to 6.0V	AT89C2051-12PC AT89C2051-12SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-12PI AT89C2051-12SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)
24	4.0V to 6.0V	AT89C2051-24PC AT89C2051-24SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-24PI AT89C2051-24SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)

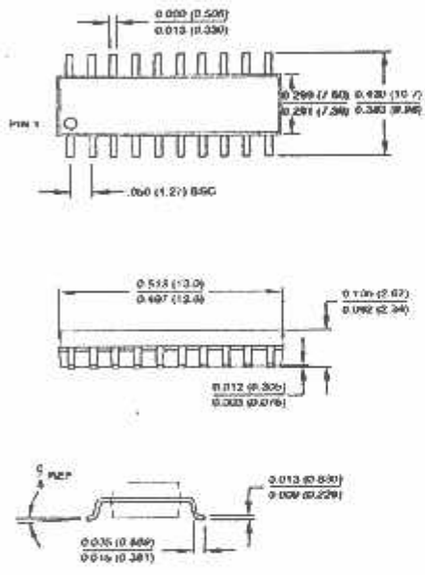
	Package Type
3	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)

Packaging Information

20P3, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-001 AD



20S, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



DALLAS

DS1307
64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C™, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
DS1307	0°C to +70°C	8 PDIP	DS1307
DS1307Z	0°C to +70°C	8 SO	DS1307
DS1307N	-40°C to +85°C	8 PDIP	DS1307*
DS1307ZN	-40°C to +85°C	8 SO	DS1307N

*An 'N' is added to the lower right-hand corner of the top brand.

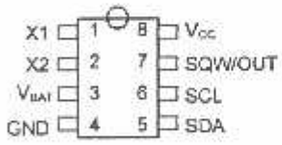
™ is a trademark of Philips Corp. Purchase of I²C components of Maxim Integrated Products, Inc., or one of its sublicensed Associated Companies, conveys a license under the Philips I²C Patent Rights to use these components in an I²C system, provided that the system conforms to the I²C Standard Specification as defined by Philips Corp.

FEATURES

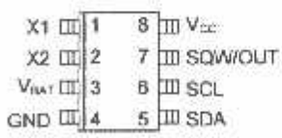
- Real-Time Clock (RTC) Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
- 56-Byte, Battery-Backed, Nonvolatile (NV) RAM for Data Storage
- I²C Serial Interface
- Programmable Square-Wave Output Signal
- Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C
- Available in 8-Pin DIP or SO
- Underwriters Laboratory (UL) Recognized

PIN CONFIGUATIONS

TOP VIEW



PDIP (300 mils)



SO (150 mils)

Typical Operating Circuit appears at end of data sheet.

: Some revisions of this device may incorporate deviations from published specifications known as errata. Multiple revisions of any device be simultaneously available through various sales channels. For information about device errata, click here:

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground.....-0.5V to +7.0V
Operating Temperature Range (noncondensing).....0°C to +70°C (Commercial),
-40°C to +85°C (Industrial)
Storage Temperature Range.....-55°C to +125°C
Soldering Temperature (DIP, leads).....+260°C for 10 seconds
Soldering Temperature (surface mount).....See JPC/JEDEC Standard J-STD-020A

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

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Logic 1 Input	V_{IH}		2.2		V_{CC} + 0.3	V
Logic 0 Input	V_{IL}		-0.3		+0.8	V
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}		2.0	3	3.5	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I_{LI}				1	µA
I/O Leakage (SDA, SQW/OUT)	I_{LO}				1	µA
Logic 0 Output (I_{OL} = 5mA)	V_{OL}				0.4	V
Active Supply Current (f_{SCL} = 100kHz)	I_{CCA}				1.5	mA
Standby Current	I_{CCS}	(Note 3)			200	µA
V_{BAT} Leakage Current	I_{BATLKG}			5	50	nA
Power-Fail Voltage (V_{BAT} = 3.0V)	V_{PF}		1.216 x V_{BAT}	1.25 x V_{BAT}	1.284 x V_{BAT}	V

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 3.0V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}			300	500	nA
I_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I_{BAT2}			480	800	nA
I_{BAT} Data-Retention Current (Oscillator Off)	I_{BATDR}			10	100	nA

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f_{SCL}		0		100	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}		4.7			µs
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	(Note 4)	4.0			µs
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}		4.7			µs
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}		4.0			µs
Setup Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$		4.7			µs
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$		0			µs
Data Setup Time	$t_{SU:DAT}$	(Notes 5, 6)	250			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R				1000	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F				300	ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$		4.7			µs

CAPACITANCE

(T_A = +25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Pin Capacitance (SDA, SCL)	$C_{I/O}$				10	pF
Capacitance Load for Each Bus Line	C_B	(Note 7)			400	pF

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: Limits at -40°C are guaranteed by design and are not production tested.

Note 3: I_{CCS} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.

Note 4: After this period, the first clock pulse is generated.

Note 5: A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the $V_{IH(MIN)}$ of the SCL signal) to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.

Note 6: The maximum $t_{HD:DAT}$ only has to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.

Note 7: C_B—total capacitance of one bus line in pF.

TIMING DIAGRAM

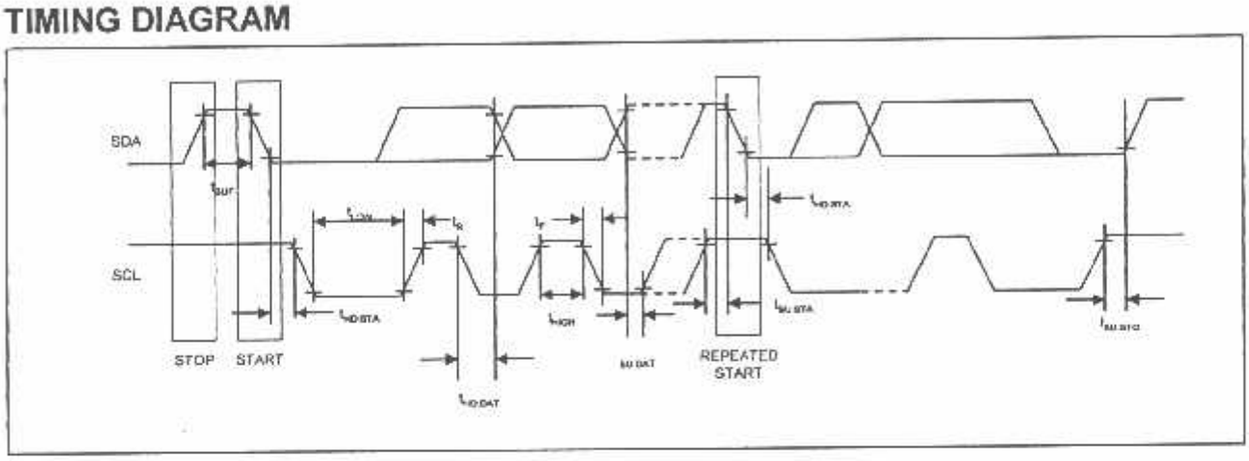
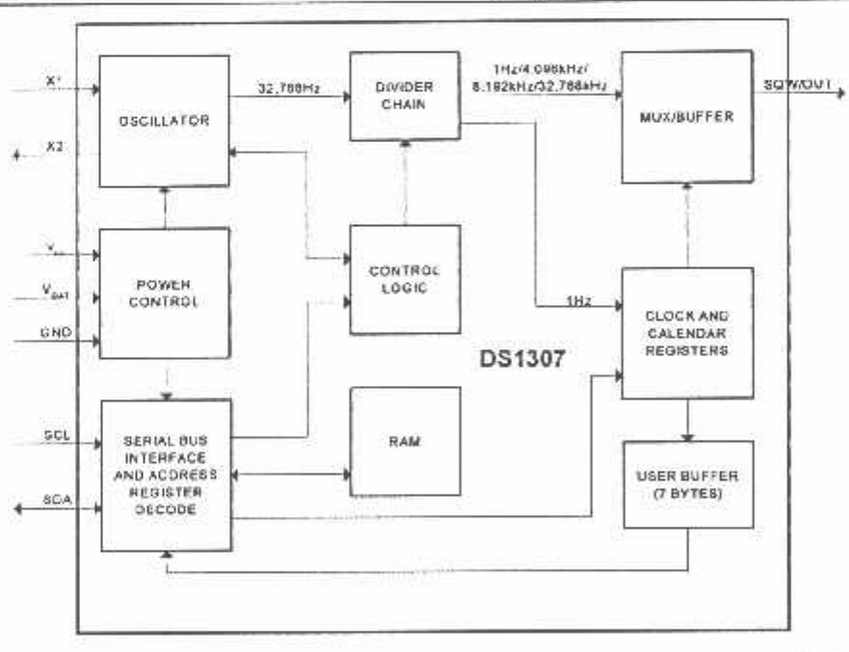


Figure 1. Block Diagram



PIN DESCRIPTION

PIN	NAME	FUNCTION
1	X1	Connections for Standard 32.768kHz Quartz Crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (C_L) of 12.5pF. X1 is the input to the oscillator and can optionally be connected to an external 32.768kHz oscillator. The output of the internal oscillator, X2, is floated if an external oscillator is connected to X1. **Note:** For more information on crystal selection and crystal layout considerations, refer to *Application Note 58: Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks.*
2	X2	
3	V_{BAT}	Backup Supply Input for Any Standard 3V Lithium Cell or Other Energy Source. Battery voltage must be held between the minimum and maximum limits for proper operation. Diodes in series between the battery and the V_{BAT} pin may prevent proper operation. If a backup supply is not required, V_{BAT} may be grounded. The nominal power-fail trip point (V_{PF}) voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAhr or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at −25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used with a lithium battery.
4	GND	Ground.
5	SDA	Serial Data Input/Output. SDA is the data input/output for the I²C serial interface. The SDA pin is open drain and requires an external pullup resistor.
6	SCL	Serial Clock Input. SCL is the clock input for the I²C interface and is used to synchronize data movement on the serial interface.
7	SWQ/OUT	Square Wave/Output Driver. When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square-wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pullup resistor. SQW/OUT operates with either V_{CC} or V_{BAT} applied.
8	V_{CC}	Primary Power Supply. When voltage is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a backup supply is connected to the device and V_{CC} is below V_{TP}, read and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage.

ETAILED DESCRIPTION

ıe DS1307 is a low-power clock/calendar with 56 bytes of battery-backed SRAM. The clock/calendar ovides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the onth is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. ıe DS1307 operates as a slave device on the I²C bus. Access is obtained by implementing a START ndition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers n be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT}, the vice terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out-of- erance system. When V_{CC} falls below V_{BAT}, the device switches into a low-current battery-backup ıde. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT}+0.2V and ognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main ments of the serial RTC.

OSCILLATOR CIRCUIT

The DS1307 uses an external 32.768kHz crystal. The oscillator circuit does not require any external resistors or capacitors to operate. Table 1 specifies several crystal parameters for the external crystal. Figure 3 shows a functional schematic of the oscillator circuit. If using a crystal with the specified characteristics, the startup time is usually less than one second.

CLOCK ACCURACY

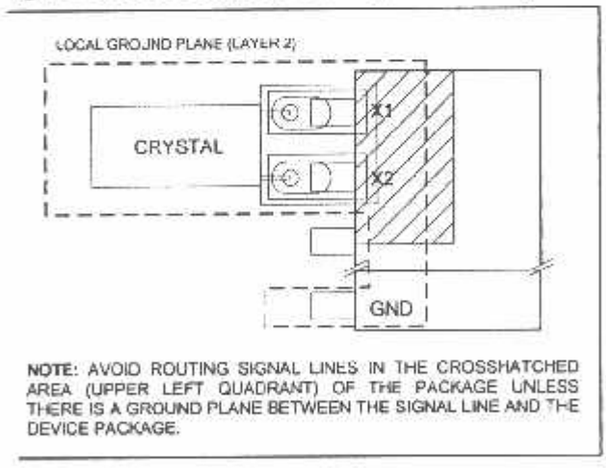
The accuracy of the clock is dependent upon the accuracy of the crystal and the accuracy of the match between the capacitive load of the oscillator circuit and the capacitive load for which the crystal was trimmed. Additional error will be added by crystal frequency drift caused by temperature shifts. External circuit noise coupled into the oscillator circuit may result in the clock running fast. Refer to *Application Note 58: Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks* for detailed information.

Table 1. Crystal Specifications*

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Nominal Frequency	f_O		32.768		kHz
Series Resistance	ESR			45	kΩ
Load Capacitance	C_L		12.5		pF

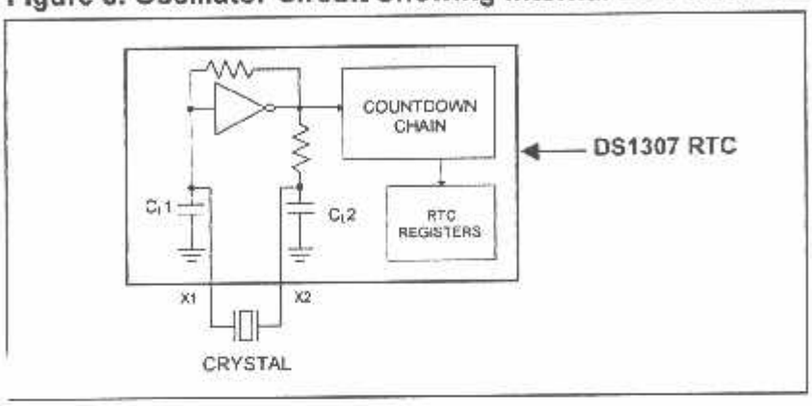
The crystal, traces, and crystal input pins should be isolated from RF generating signals. Refer to Application Note 58: Crystal Considerations for Dallas Real-Time Clocks for additional specifications.

Figure 2. Recommended Layout for Crystal



NOTE: AVOID ROUTING SIGNAL LINES IN THE CROSSHATCHED AREA (UPPER LEFT QUADRANT) OF THE PACKAGE UNLESS THERE IS A GROUND PLANE BETWEEN THE SIGNAL LINE AND THE DEVICE PACKAGE.

Figure 3. Oscillator Circuit Showing Internal Bias Network



RTC AND RAM ADDRESS MAP

Table 2 shows the address map for the DS1307 RTC and RAM registers. The RTC registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multibyte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. Table 2 shows the RTC registers. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the BCD format. The day-of-week register increments at midnight. Values that correspond to the day of week are user-defined but must be sequential (i.e., if 1 equals Sunday, then 2 equals Monday, and so on.) Illogical time and date entries result in undefined operation. Bit 7 of Register 0 is the clock halt (CH) bit. When this bit is set to 1, the oscillator is disabled. When cleared to 0, the oscillator is enabled.

Please note that the initial power-on state of all registers is not defined. Therefore, it is important to enable the oscillator (CH bit = 0) during initial configuration.

The DS1307 can be run in either 12-hour or 24-hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12-hour or 24-hour mode-select bit. When high, the 12-hour mode is selected. In the 12-hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24-hour mode, bit 5 is the second 10-hour bit (20 to 23 hours). The hours value must be re-entered whenever the 12/24-hour mode bit is changed.

When reading or writing the time and date registers, secondary (user) buffers are used to prevent errors when the internal registers update. When reading the time and date registers, the user buffers are synchronized to the internal registers on any I²C START. The time information is read from these secondary registers while the clock continues to run. This eliminates the need to re-read the registers in case the internal registers update during a read. The divider chain is reset whenever the seconds register is written. Write transfers occur on the I²C acknowledge from the DS1307. Once the divider chain is reset, to avoid rollover issues, the remaining time and date registers must be written within one second.

Table 2. Timekeeper Registers

ADDRESS	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	FUNCTION	RANGE
00H	CH	10 Seconds			Seconds				Seconds	00–59
01H	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00–59
02H	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours				Hours	1–12 +AM/PM
		24	PM/AM							00–23
03H	0	0	0	0	0	DAY			Day	01–07
04H	0	0	10 Date		Date				Date	01–31
05H	0	0	0	10 Month	Month				Month	01–12
06H	10 Year				Year				Year	00–99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	—
08H-3FH									RAM 56 x 8	00H–FFH

0 = Always reads back as 0.

CONTROL REGISTER

The DS1307 control register is used to control the operation of the SQW/OUT pin.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0

Bit 7: Output Control (OUT). This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square-wave output is disabled. If SQWE = 0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT = 1 and is 0 if OUT = 0.

Bit 4: Square-Wave Enable (SQWE). This bit, when set to logic 1, enables the oscillator output. The frequency of the square-wave output depends upon the value of the RS0 and RS1 bits. With the square-wave output set to 1Hz, the clock registers update on the falling edge of the square wave.

Bits 1, 0: Rate Select (RS1, RS0). These bits control the frequency of the square-wave output when the square-wave output has been enabled. The following table lists the square-wave frequencies that can be selected with the RS bits.

RS1	RS0	SQUARE-WAVE OUTPUT FREQUENCY
0	0	1Hz
0	1	4.096kHz
1	0	8.192kHz
1	1	32.768kHz

I²C DATA BUS

The DS1307 supports the I²C protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are referred to as slaves. The bus must be controlled by a master device that generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the I²C bus.

Figures 4, 5, and 6 detail how data is transferred on the I²C bus.

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

Bus not busy: Both data and clock lines remain HIGH.

Start data transfer: A change in the state of the data line, from HIGH to LOW, while the clock is HIGH, defines a START condition.

Stop data transfer: A change in the state of the data line, from LOW to HIGH, while the clock line is HIGH, defines the STOP condition.

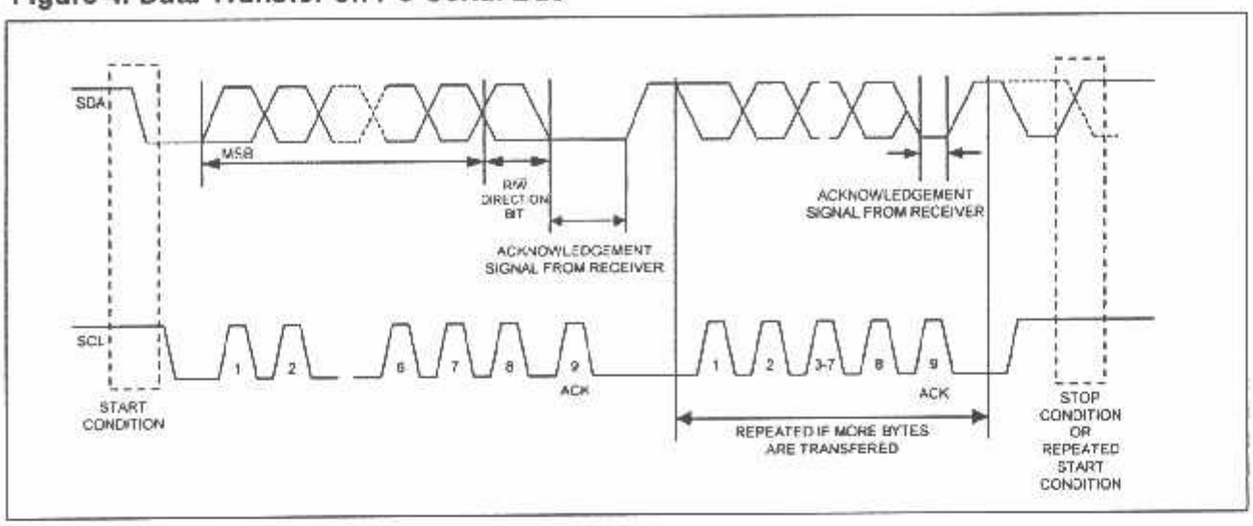
Data valid: The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the HIGH period of the clock signal. The data on the line must be changed during the LOW period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth bit. Within the 2-wire bus specifications a standard mode (100kHz clock rate) and a fast mode (400kHz clock rate) are defined. The DS1307 operates in the standard mode (100kHz) only.

Acknowledge: Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. A master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line HIGH to enable the master to generate the STOP condition.

Figure 4. Data Transfer on I²C Serial Bus



Depending upon the state of the R/$\overline{W}$ bit, two types of data transfer are possible:

1. **Data transfer from a master transmitter to a slave receiver.** The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

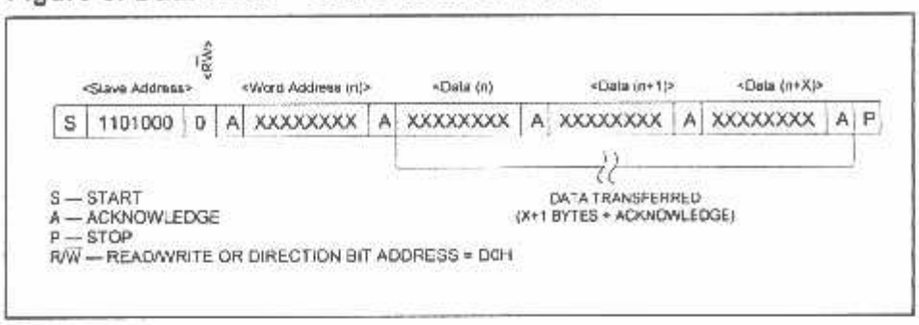
2. **Data transfer from a slave transmitter to a master receiver.** The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a "not acknowledge" is returned.

   The master device generates all the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

he DS1307 may operate in the following two modes:

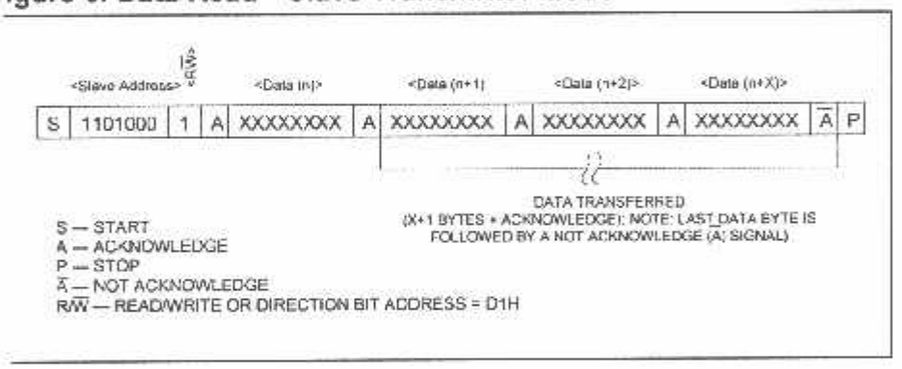
. **Slave Receiver Mode (Write Mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Hardware performs address recognition after reception of the slave address and direction bit (see Figure 5). The slave address byte is the first byte received after the master generates the START condition. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/$\overline{W}$), which for a write is 0. After receiving and decoding the slave address byte, the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a word address to the DS1307. This sets the register pointer on the DS1307, with the DS1307 acknowledging the transfer. The master can then transmit zero or more bytes of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The register pointer automatically increments after each data byte are written. The master will generate a STOP condition to terminate the data write.

Figure 5. Data Write—Slave Receiver Mode

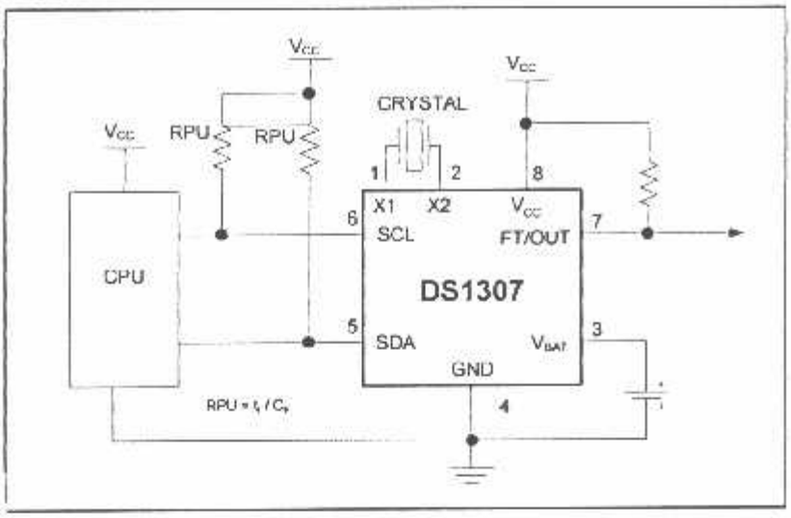


2. **Slave Transmitter Mode (Read Mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. The DS1307 transmits serial data on SDA while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (see Figure 6). The slave address byte is the first byte received after the START condition is generated by the master. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit ($R/\overline{W}$), which is 1 for a read. After receiving and decoding the slave address the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The register pointer automatically increments after each byte are read. The DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

igure 6. Data Read—Slave Transmitter Mode

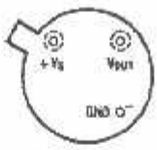


TYPICAL OPERATING CIRCUIT



Connection Diagrams

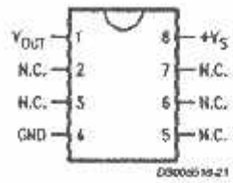
TO-46
Metal Can Package*



*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

SO-8
Small Outline Molded Package



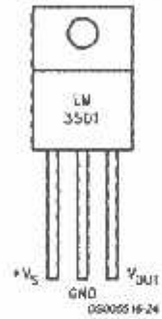
N.C. = No Connection

Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

TO-92
Plastic Package

Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

TO-220
Plastic Package*



*Tab is connected to the negative pin (GND).
Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to −0.2V
Output Voltage	+6V to −1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp.:	
TO-46 Package,	−60°C to +180°C
TO-92 Package,	−60°C to +150°C
SO-8 Package,	−65°C to +150°C
TO-220 Package,	−65°C to +150°C
Lead Temp.:	
TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)	300°C
TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)	260°C
SO Package (Note 12)	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C
ESD Susceptibility (Note 11)	2500V
Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX} (Note 2)	
LM35, LM35A	−55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	−40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
ccuracy	T_A=+25°C	±0.2	±0.5		±0.2	±0.5		°C
lote 7)	T_A=−10°C	±0.3			±0.3		±1.0	°C
	T_A=T_{MAX}	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		°C
	T_A=T_{MIN}	±0.4	±1.0		±0.4		±1.5	°C
nlinearity	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**±0.18**		**±0.35**	**±0.15**		**±0.3**	°C
ote 8)								
nsor Gain	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**+10.0**	**+9.9, +10.1**		**+10.0**		**+9.9, +10.1**	mV/°C
verage Slope)								
ad Regulation	T_A=+25°C	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		mV/mA
ote 3) 0≤I_L≤1 mA	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**±0.5**		**±3.0**	**±0.5**		**±3.0**	mV/mA
e Regulation	T_A=+25°C	±0.01	±0.05		±0.01	±0.05		mV/V
ote 3)	4V≤V_S≤30V	**±0.02**		**±0.1**	**±0.02**		**±0.1**	mV/V
escent Current	V_B=+5V, +25°C	56	67		56	67		µA
ote 9)	V_S=+5V	**105**		**131**	**91**		**114**	µA
	V_B=+30V, +25°C	56.2	68		56.2	68		µA
	V_S=+30V	**105.5**		**133**	**91.5**		**116**	µA
ange of	4V≤V_S≤30V, +25°C	0.2	1.0		0.2	1.0		µA
escent Current	4V≤V_S≤30V	**0.5**		**2.0**	**0.5**		**2.0**	µA
ote 3)								
mperature		**+0.39**		**+0.5**	**+0.39**		**+0.5**	µA/°C
efficient of								
escent Current								
mum Temperature	In circuit of	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Rated Accuracy	*Figure 1*, I_L=0							
g Term Stability	T_J=T_{MAX}, for 1000 hours	±0.08			±0.08			°C

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy,	T_A=+25°C	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		°C
LM35, LM35C	T_A=−10°C	±0.5			±0.5		±1.5	°C
(Note 7)	T_A=T_{MAX}	±0.8	±1.5		±0.8		±1.5	°C
	T_A=T_{MIN}	±0.8		±1.5	±0.8		±2.0	°C
Accuracy, LM35D	T_A=+25°C				±0.6	±1.5		°C
(Note 7)	T_A=T_{MAX}				±0.9		±2.0	°C
	T_A=T_{MIN}				±0.9		±2.0	°C
Nonlinearity	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**±0.3**		**±0.5**	**±0.2**		**±0.5**	°C
(Note 8)								
Sensor Gain	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**+10.0**	**+9.8, +10.2**		**+10.0**		**+9.8, +10.2**	mV/°C
(Average Slope)								
Load Regulation	T_A=+25°C	±0.4	±2.0		±0.4	±2.0		mV/mA
(Note 3) 0≤I_L≤1 mA	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}	**±0.5**		**±5.0**	**±0.5**		**±5.0**	mV/mA
Line Regulation	T_A=+25°C	±0.01	±0.1		±0.01	±0.1		mV/V
(Note 3)	4V≤V_S≤30V	**±0.02**		**±0.2**	**±0.02**		**±0.2**	mV/V
Quiescent Current	V_S=+5V, +25°C	56	80		56	80		µA
(Note 9)	V_S=+5V	**105**		**158**	**91**		**138**	µA
	V_S=+30V, +25°C	56.2	82		56.2	82		µA
	V_S=+30V	**105.5**		**161**	**91.5**		**141**	µA
Change of	4V≤V_S≤30V, +25°C	0.2	2.0		0.2	2.0		µA
Quiescent Current	4V≤V_S≤30V	**0.5**		**3.0**	**0.5**		**3.0**	µA
(Note 3)								
Temperature		**+0.39**		**+0.7**	**+0.39**		**+0.7**	µA/°C
Coefficient of								
Quiescent Current								
Minimum Temperature	In circuit of	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
for Rated Accuracy	*Figure 1*, I_L=0							
Long Term Stability	T_J=T_{MAX}, for 1000 hours	±0.08			±0.08			°C

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: −55°C≤T_J≤+150°C for the LM35 and LM35A; −40°≤T_J≤+110°C for the LM35C and LM35CA; and 0°≤T_J≤+100°C for the LM35D. V_S=+5Vdc and I_{LOAD}=50 µA, in the circuit of *Figure 2*. These specifications also apply from +2°C to T_{MAX} in the circuit of *Figure 1*. Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 400°C/W, junction to ambient, and 24°C/W junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is 180°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is 220°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is 90°C/W junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in **boldface** apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and 10mv/°C times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in °C).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of *Figure 1*.

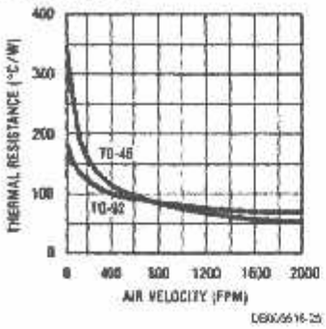
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 kΩ resistor.

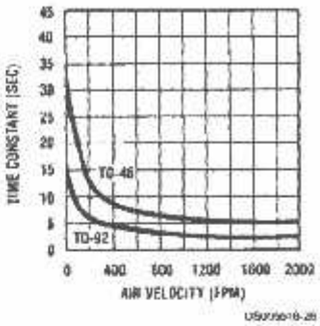
Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

Typical Performance Characteristics

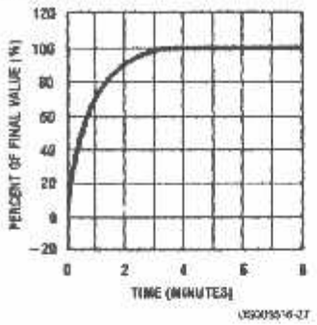
Thermal Resistance Junction to Air



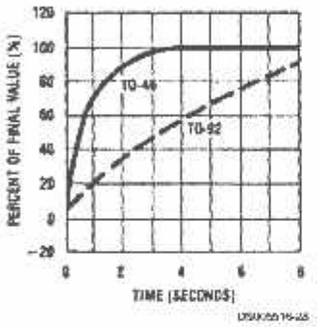
Thermal Time Constant



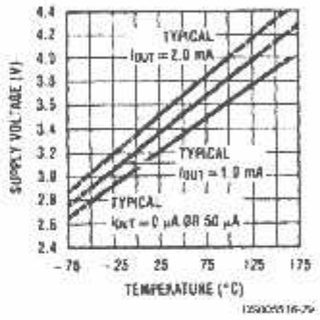
Thermal Response in Still Air



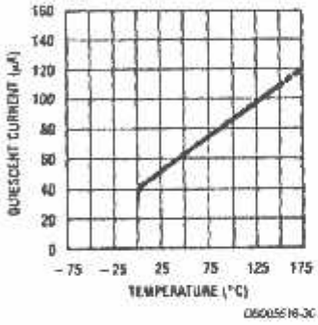
Thermal Response in Stirred Oil Bath



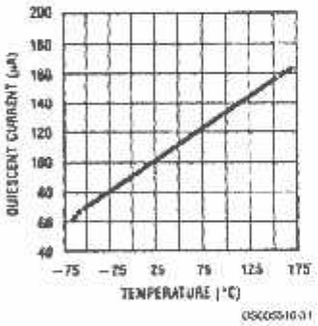
Minimum Supply Voltage vs. Temperature



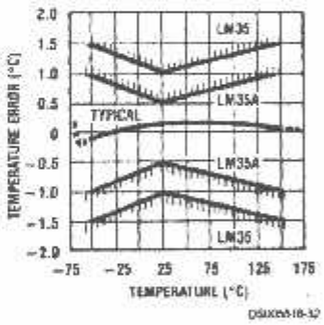
Quiescent Current vs. Temperature (In Circuit of *Figure 1*.)



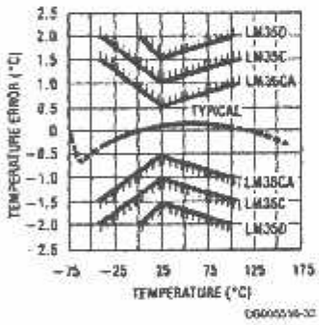
Quiescent Current vs. Temperature (In Circuit of *Figure 2*.)



Accuracy vs. Temperature (Guaranteed)

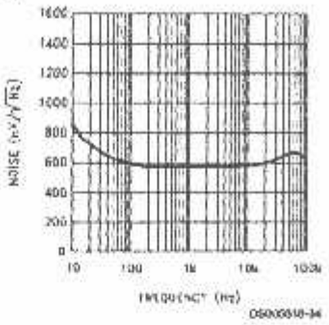


Accuracy vs. Temperature (Guaranteed)

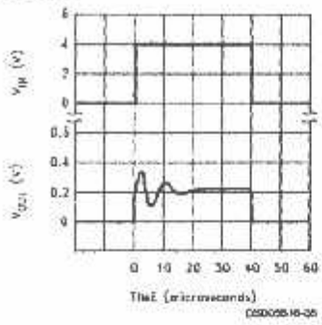


Typical Performance Characteristics (Continued)

Noise Voltage



Start-Up Response



Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-92 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wires are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V− terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry, to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Humiseal and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat fin, to decrease the thermal time constant and speed up the response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the steadiest reading despite small deviations in the air temperature.

Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance, θ_{JA})

	TO-46, no heat sink	TO-46*, small heat fin	TO-92, no heat sink	TO-92**, small heat fin	SO-8 no heat sink	SO-8** small heat fin	TO-220 no heat sink
Still air	400°C/W	100°C/W	180°C/W	140°C/W	220°C/W	110°C/W	90°C/W
Moving air	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W	105°C/W	90°C/W	26°C/W
Still oil	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W			
Stirred oil	50°C/W	30°C/W	45°C/W	40 C/W			
(Clamped to metal, infinite heat sink)		(24°C/W)				(55°C/W)	

*Wakefield type 201, or 1" disc of 0.020" sheet brass, soldered to case, or similar.
**TO-92 and SO-8 packages glued and leads soldered to 1" square of 1/16" printed circuit board with 2 oz. foil or similar.

Typical Applications

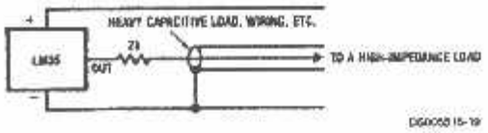


FIGURE 3. LM35 with Decoupling from Capacitive Load

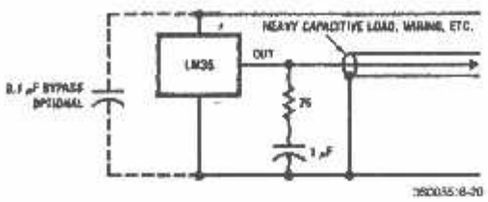


FIGURE 4. LM35 with R-C Damper

CAPACITIVE LOADS

Like most micropower circuits, the LM35 has a limited ability to drive heavy capacitive loads. The LM35 by itself is able to drive 50 pf without special precautions. If heavier loads are anticipated, it is easy to isolate or decouple the load with a resistor; see *Figure 3*. Or you can improve the tolerance of capacitance with a series R-C damper from output to ground; see *Figure 4*.

When the LM35 is applied with a 200Ω load resistor as shown in *Figure 5*, *Figure 6* or *Figure 8* it is relatively immune to wiring capacitance because the capacitance forms a bypass from ground to input, not on the output. However, as with any linear circuit connected to wires in a hostile environment, its performance can be affected adversely by intense electromagnetic sources such as relays, radio transmitters, motors with arcing brushes, SCR transients, etc, as the wiring can act as a receiving antenna and its internal junctions can act as rectifiers. For best results in such cases, a bypass capacitor from V_{IN} to ground and a series R-C damper such as 75Ω in series with 0.2 or 1 µF from output to ground are often useful. These are shown in *Figure 13*, *Figure 14*, and *Figure 16*.

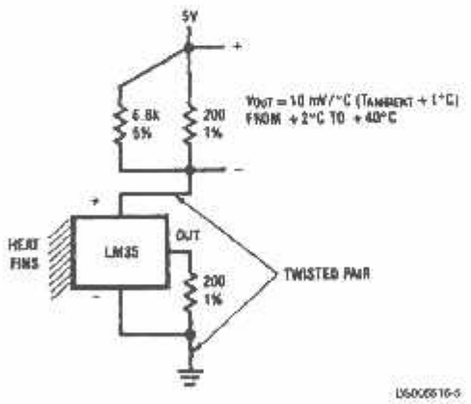


FIGURE 5. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Grounded Sensor)

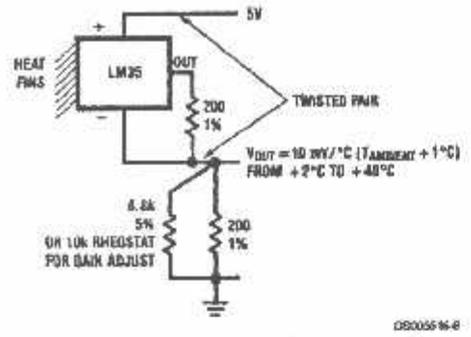


FIGURE 6. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

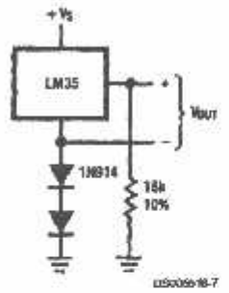


FIGURE 7. Temperature Sensor, Single Supply, −55° to +150°C

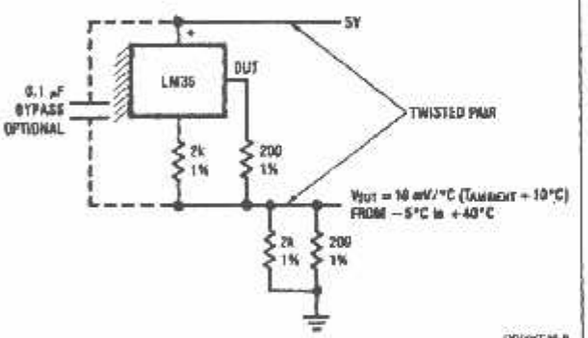


FIGURE 8. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

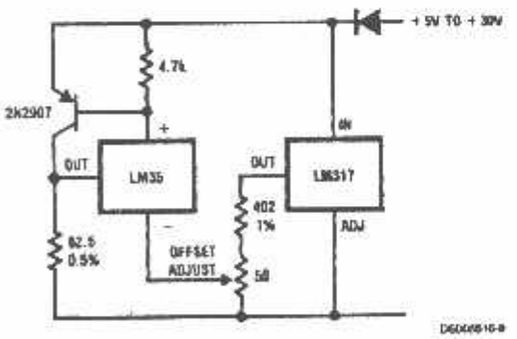


FIGURE 9. 4-To-20 mA Current Source (0°C to +100°C)

Typical Applications (Continued)

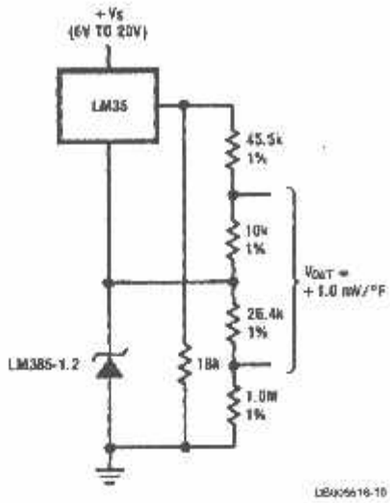


FIGURE 10. Fahrenheit Thermometer

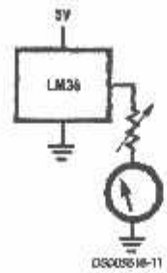


FIGURE 11. Centigrade Thermometer (Analog Meter)

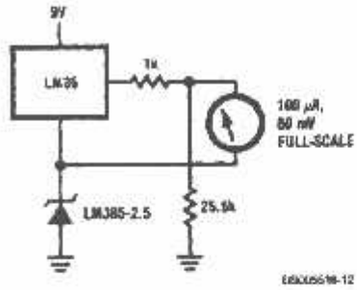


FIGURE 12. Fahrenheit ThermometerExpanded Scale Thermometer
(50° to 80° Fahrenheit, for Example Shown)

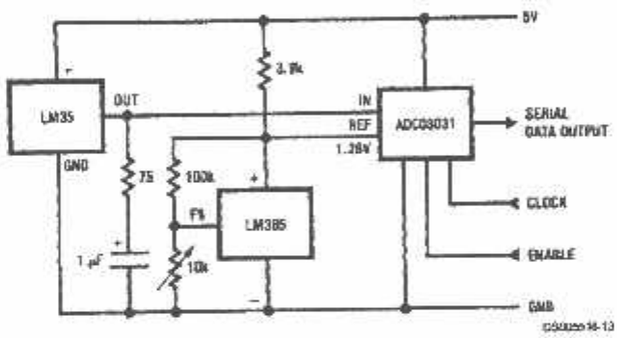


FIGURE 13. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (+128°C Full Scale)

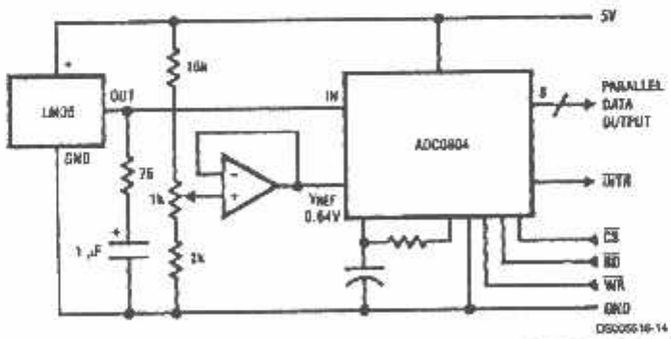
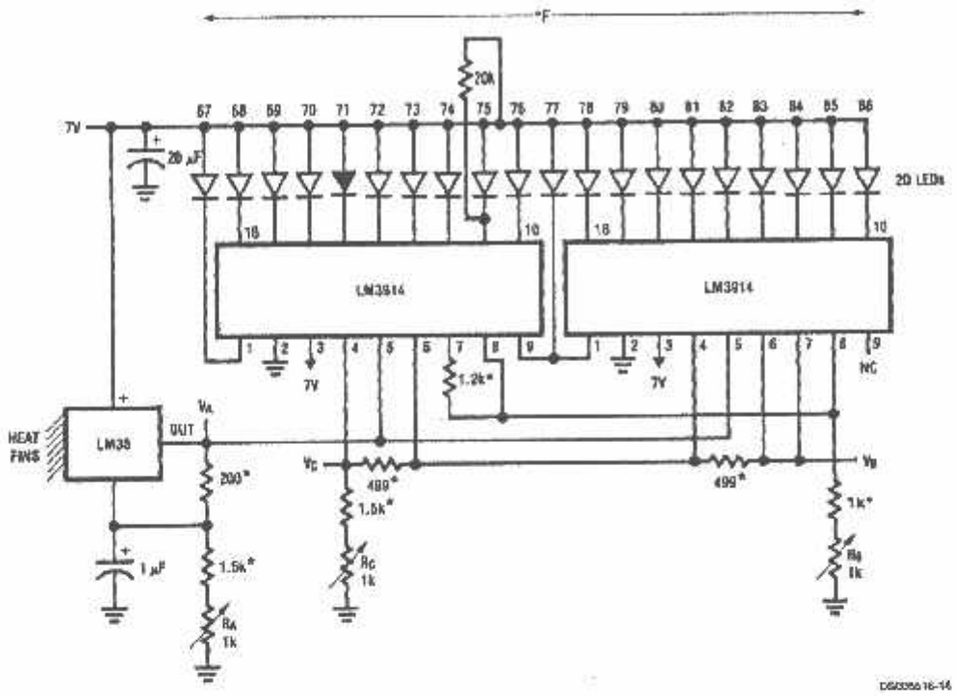


FIGURE 14. Temperature To Digital Converter (Parallel TRI-STATE™ Outputs for Standard Data Bus to µP Interface) (128°C Full Scale)

Typical Applications (Continued)



*= 1% or 2% film resistor
Trim R_B for V_B=3.075V
Trim R_C for V_C=1.955V
Trim R_A for V_A=0.075V + 10mV/°C x $T_{ambient}$
Example, V_A=2.275V at 22°C

FIGURE 15. Bar-Graph Temperature Display (Dot Mode)

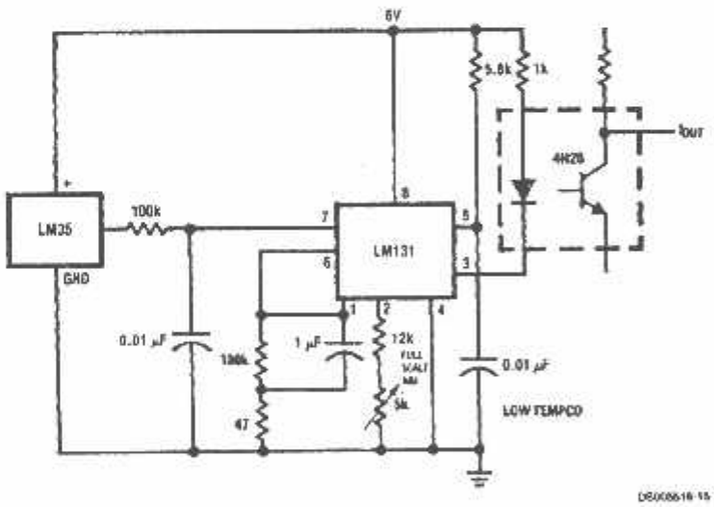
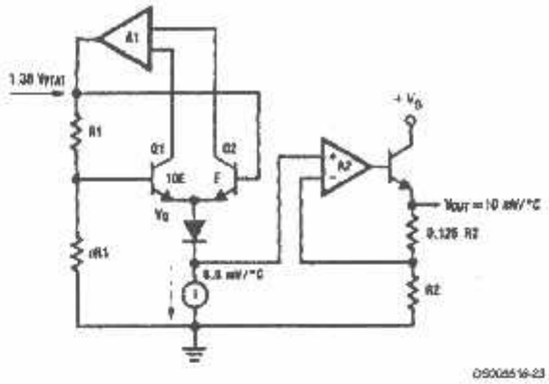


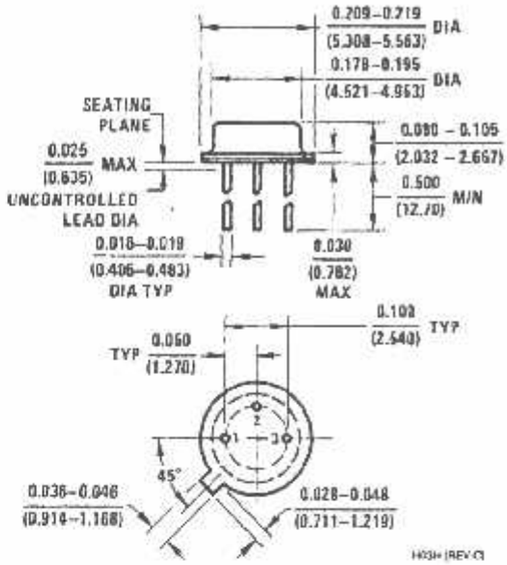
FIGURE 16. LM35 With Voltage-To-Frequency Converter And Isolated Output (2°C to +150°C; 20 Hz to 1500 Hz)

Block Diagram

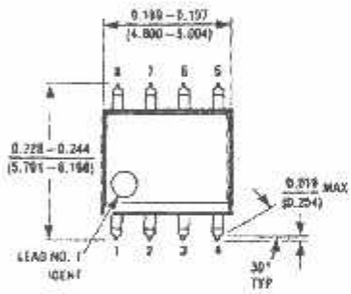


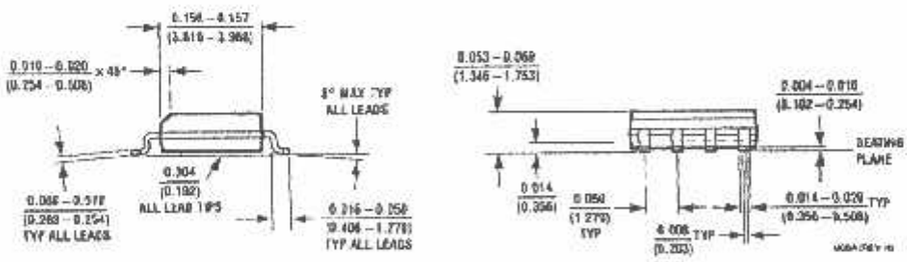
DS005516-23

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



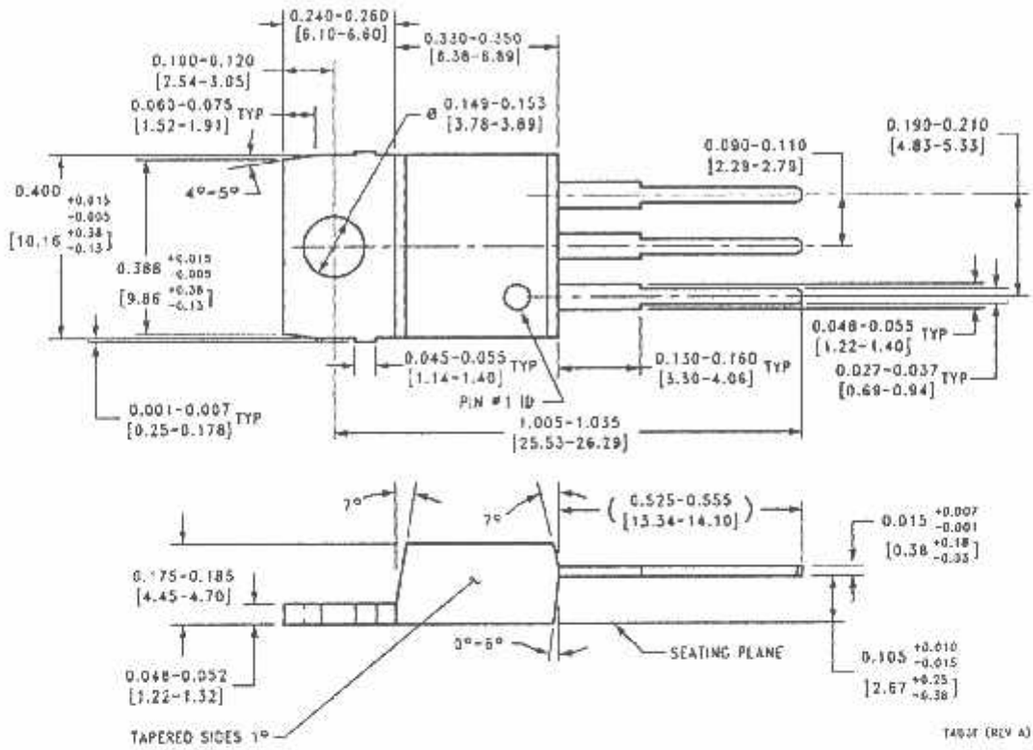
TO-46 Metal Can Package (H)
Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH,
LM35CAH, or LM35DH
NS Package Number H03H





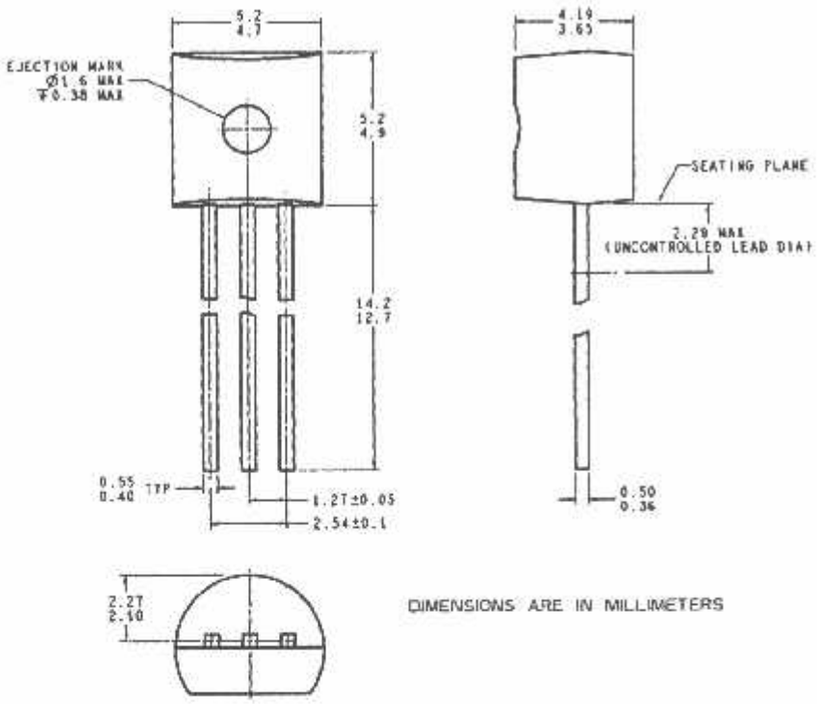
SO-8 Molded Small Outline Package (M)
Order Number LM35DM
NS Package Number M08A

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Power Package TO-220 (T)
Order Number LM35DT
NS Package Number TA03F

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Z03A (Rev. G)

TO-92 Plastic Package (Z)
Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
NS Package Number Z03A

FE SUPPORT POLICY

ATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT VICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL UNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor
Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
v.national.com

National Semiconductor
Europe
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

September 1986
Revised July 2001

DM74164
8-Bit Serial In/Parallel Out Shift Registers

General Description

These 8-bit shift registers feature gated serial inputs and an asynchronous clear. A LOW logic level at either serial input inhibits entry of the new data, and resets the first flip-flop to the LOW level at the next clock pulse, thus providing complete control over incoming data. A HIGH logic level on either input enables the other input, which will then determine the state of the first flip-flop. Data at the serial inputs may be changed while the clock is HIGH or LOW, but only information meeting the setup and hold time requirements will be entered. Clocking occurs on the LOW-to-HIGH level transition of the clock input. All inputs are diode-clamped to minimize transmission-line effects.

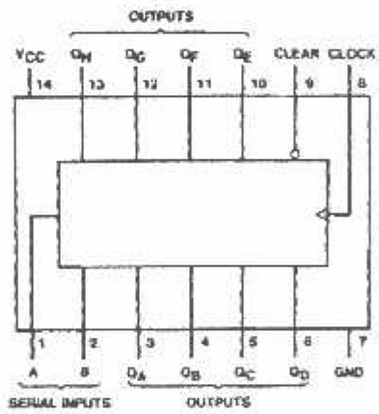
Features

- Gated (enable/disable) serial inputs
- Fully buffered clock and serial inputs
- Asynchronous clear
- Typical clock frequency 36 MHz
- Typical power dissipation 185 mW

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74164	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Connection Diagram



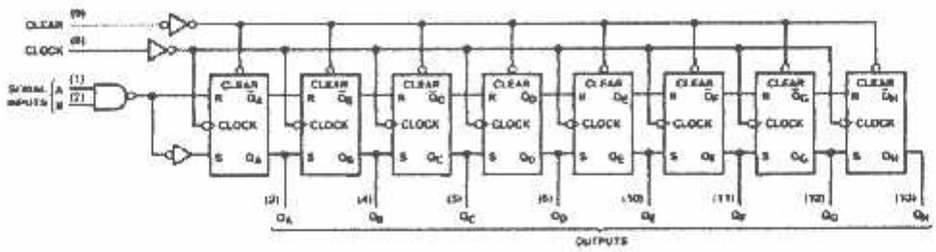
Function Table

Inputs				Outputs			
Clear	Clock	A	B	Q_A	Q_B	...	Q_H
L	X	X	X	L	L	...	L
H	L	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	...	Q_{H0}
H	↑	H	H	H	Q_{An}	...	Q_{Gn}
H	↑	L	X	L	Q_{An}	...	Q_{Gn}
H	↑	X	L	L	Q_{An}	...	Q_{Gn}

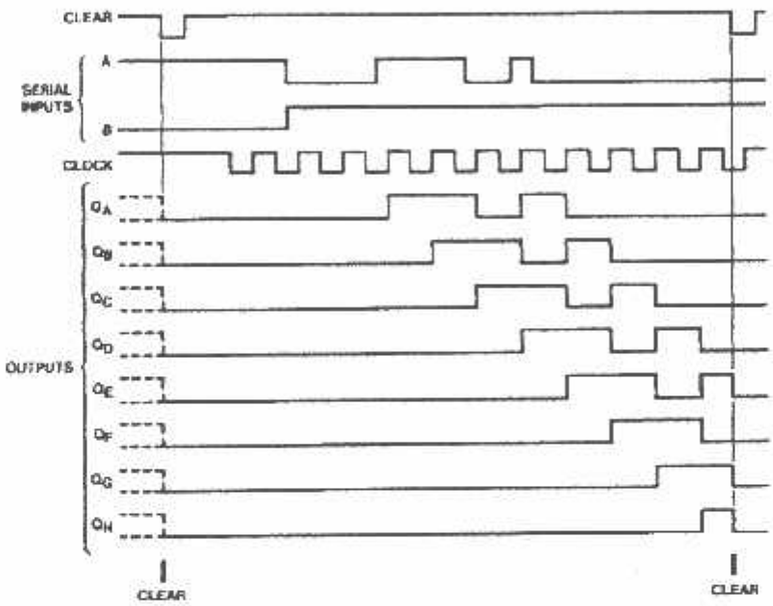
H = HIGH Level (steady state)
L = LOW Level (steady state)
X = Don't Care (any input, including transitions)
↑ = Transition from LOW-to-HIGH level
Q_{A0}, Q_{B0}, Q_{H0} = The level of Q_A, Q_B, or Q_H, respectively, before the indicated steady-state input conditions were established.
Q_{An}, Q_{Gn} = The level of Q_A or Q_G before the most recent ↑ transition of the clock; indicates a one-bit shift.

© 2001 Fairchild Semiconductor Corporation

Logic Diagram



Timing Diagram



Absolute Maximum Ratings(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	5.5V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter		Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage		4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage		2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage				0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current				−0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current				8	mA
f_{CLK}	Clock Frequency (Note 2)		0		25	MHz
t_W	Pulse Width (Note 2)	Clock	20			ns
		Clear	20			
t_{SU}	Data Setup Time (Note 2)		15			ns
t_H	Data Hold Time (Note 2)		5			ns
T_A	Free Air Operating Temperature		0		70	°C

Note 2: T_A = 25°C and V_{CC} = 5V.

Electrical Characteristics

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

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 3)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −14 mA			−1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	2.4	3.2		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IH} = Min, V_{IL} = Max		0.2	0.4	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 5.5V			1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.4V			40	µA
I_{IL}	LOW Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V			−1.6	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 4)	−9		−27.5	mA
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max (Note 5)		37	54	mA

Note 3: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 4: Not more than one output should be shorted at a time.

Note 5: I_{CC} is measured with all outputs OPEN, SERIAL inputs grounded, the CLOCK input at 2.4V, and a momentary ground, then 4.5V, applied to the CLEAR input.

Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

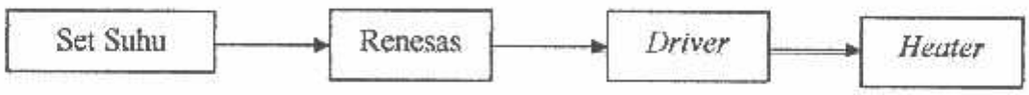
Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	R_L = 400Ω, C_L = 15 pF		C_L = 50 pF		Units
			Min	Max	Min	Max	
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency		25				MHz
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Clock to Output		27		30	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Clock to Output		32		37	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Clear to Output		36		42	ns

4.1.4 Pengujian Rangkaian *Driver* Pemanas *(Heater)*

Blok pengujian rangkaian driver relai untuk motor Pemanas *(Heater)* ditunjukkan seperti dalam Gambar 5.4.

❖ **Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *heater* dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 5.4. Blok Diagram Rangkaian driver relay motor pemberi makanan

❖ **Alat yang digunakan :**

1. Multimeter digital
2. Catu daya
3. Heater

❖ **Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :**

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan catu daya pada rangkaian.
- Amati keluaran dari kondisi relay dan output relay.
- Hasil Pengujian rangkaian *driver* motor kuras ditunjukkan dalam Tabel 5.4