

SKRIPSI

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENYELEKSI KUALITAS DAN BERAT TELUR AYAM BERBASIS MIKROKONTROLLER RENESAS R8C/TINY

Disusun Sebagai Syarat untuk Mengikuti Ujian Akhir Strata 1
Institut Teknologi Nasional Malang



Disusun Oleh :

ADITA PRASETYA SUWIDA NIM : 04.12.233

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S - 1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2009**



LEMBAR PERSETUJUAN

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENYELEKSI
KUALITAS DAN BERAT TELUR AYAM BERBASIS
MIKROKONTROLLER RENESAS R8C/TINY**

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

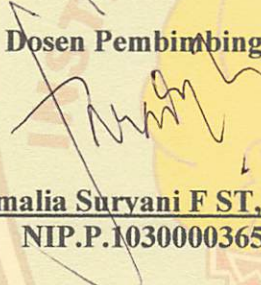
Disusun Oleh :

ADITA PRASETYA SUWIDA


NIM : 04.12.233

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I


Irmalia Suryani F ST, MT
NIP.P.1030000365

Dosen Pembimbing II


Ir. Eko Nurcahyo
NIP.1028700172

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1




Ir. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y 103 950 0274

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

2009



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Adita Prasetya Suwida
NIM : 04.12.233
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Alat Penyeleksi Kualitas dan Berat Telur Ayam Berbasis Mikrokontroller Renesas R8C/Tiny

Dipertahankan di hadapan majelis penguji Skripsi jenjang Strata satu (S-1) pada :
Hari : Selasa
Tanggal : 17 Maret 2009
Dengan Nilai : 85,25 (A) *Bej*

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

(Ir. Sidik Noertjahjono, MT)
NIP.Y.1028700163

Sekretaris Majelis Penguji

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

Anggota Penguji

Penguji I

(Ir. Mimien Mustikawati, MT)
NIP. P.1030000352

Penguji II

(Ir. M. Ibrahim Ashari, MT)
NIP. P. 1030100358

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan judul **“PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENYELEKSI KUALITAS DAN BERAT TELUR AYAM BERBASIS MIKROKONTROLLER RENESAS R8C/TINY”**

Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat penilaian mata kuliah tugas akhir di Program Studi Teknik Elektronika S-1.

Terselesaikannya Laporan Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak.

Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Ir. Widodo Pudji, MT selaku Dosen Wali..
3. Ibu Irmalia Suryani F, ST, MT selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan banyak pengarahan dalam menyusun Laporan Akhir ini.
4. Bapak Ir. Eko Nurcahyo selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan banyak pengarahan dalam menyusun Laporan Akhir ini.
5. Seluruh staf pengajar di Program Studi Teknik Elektro.
6. Orang tua tercinta dan Adik2 serta keluarga yang telah memberikan doa, kasih sayang serta semangat dan dukungan baik material maupun spiritual sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
7. Makasi banyak buat yangti n lek tik yang senantiasa memberi kasih sayang, semangat dan doa buat penulis.

8. Thank`s untuk adikQ Denny yang udah banyak membantu menyelesaikan alat dan bantu selesaikan laporan skripsi.
9. Thank`s for My Girlfriend Isabella yang selalu memberikan Support dan Spirit dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir hingga selesai.
10. Thank`s untuk teman2 Sawo Jingga 47 Hendro "tletong" yudha S n Eki " King of LAWU " yang telah membantu penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
11. Thank`s untuk teman2 *the master of PES 2009* mz yudha & mz Tommy.
12. Buat cahyo "bejo" Sandyono n Andi Sas Thank`s buat saran2 nya.
13. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2004 yang telah memberi semangat dan dukungannya.
14. Semua pihak yang telah banyak membantu pembuatan Laporan Akhir ini.

Kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi kemajuan dan pengembangan Laporan Akhir ini. Penulis berharap semoga Laporan Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Malang,

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAKSI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penulisan	3
1.5. Metodologi Penulisan	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Teori dasar telur ayam	6
2.1.1. Pembentukan Kuning Telur (<i>yolk</i>)	7
2.1.2. Putih telur (Liquid Inner White).....	9
2.1.3. Kerabang	9
2.2. Light Dependent Resistor (LDR)	10

2.3. Sensor Berat (Flexi Force).....	11
2.4. Pengkondisi Sinyal	12
2.5. Mikrocontroller Renesas R8C13/Tiny	15
2.5.1. Spesifikasi R8C13/Tiny	16
2.5.2. Kelebihan Kunci R8C13/Tiny.....	19
2.5.3. Konfigurasi Pin R8C13/Tiny	20
2.6. Motor DC.....	23
2.6.1. Cara Kerja Motor DC	27
2.6.2. Pengendalian Arah Putaran Motor DC.....	28
2.6.3. Jenis – jenis Motor DC	28
2.7. Relay	30
2.8. LED (Light Emitting Dioda)	33
2.9. Photo dioda.....	35
2.10. Transistor.....	36
2.10.1. Karakteristik Operasi Transistor	37
2.10.2. Transistor sebagai saklar	38
2.11. Liquid Crystal Display (LCD).....	39

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT 46

3.1. Pendahuluan	46
3.1.1. Blok Diagram Keseluruhan Sistem	46
3.2. Cara Kerja Alat	48

3.3. Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	49
3.3.1. Ukuran Mekanik.....	49
3.3.2. Cara Menentukan Besarnya Torsi Motor Untuk Menggerakkan Belt (σ_1).....	51
3.3.3. Sensor Kualitas Telur (LDR)	52
3.3.4. Sensor Berat (Flexi Force)	53
3.3.5. Mikrokontroller Renesas R8C13/ TINY	55
3.3.5.1. Rangkaian Reset	58
3.3.5.2. Rangkaian Clock	59
3.3.6. Rangkaian Driver Motor DC.....	61
3.3.7. Rangkaian Sensor Infra Red.....	65
3.3.7.1. Infra Red	66
3.3.7.2. Photodiode	65
3.3.8. Liquid Cristal Display (LCD).....	67
3.4. Perancangan Perangkat Lunak (Software)	68
3.4.1. Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>)	69
BAB IV PENGUJIAN SISTEM DAN PEMBAHASAN	70
4.1. Pendahuluan	70
4.2. Pengujian Sensor LDR	70
4.2.1. Tujuan	70
4.2.2. Peralatan yang digunakan.....	70

4.2.3. Prosedur Pengujian.....	71
4.2.4. Hasil Pengujian	71
4.3. Pengujian Sensor berat	75
4.3.1. Tujuan	75
4.3.2. Peralatan yang digunakan.....	75
4.3.3. Prosedur Pengujian	76
4.3.4 Hasil Pengujian.....	76
4.4. Pengujian Motor DC.....	79
4.4.1. Tujuan	79
4.4.2. Peralatan yang digunakan.....	79
4.4.3. Prosedur Pengujian	79
4.4.4. Hasil Pengujian.....	79
4.5. Pengujian LCD	82
4.5.1. Tujuan	82
4.5.2. Peralatan yang digunakan.....	82
4.5.3. Prosedur Pengujian	82
4.5.4. Hasil Pengujian.....	82

BAB V PENUTUP	87
5.1. Kesimpulan	87
5.2. Saran	88
 DAFTAR PUSTAKA	 89

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2-1. Struktur telur ayam	6
2-2. Simbol dan bentuk fisik LDR	10
2-3. Flexi Force	11
2-4. Penguat <i>Inverting</i>	14
2-5. Blok Diagram MCU Renesas	16
2-6. Memori Map	18
2-7. Konfigurasi Pin R8C13/Tiny	20
2-8. Bentuk Fisik <i>Motor DC pada Konveyor</i>	23
2-9. Bentuk Fisik <i>Motor DC pada Timbangan</i>	24
2-10. Bentuk Fisik <i>Motor DC pada Pintu</i>	24
2-11. Motor DC	25
2-12. Dasar Kontruksi Motor DC	27
2-13. Arah Putaran Motor DC	28
2-14. Bentuk Fisik <i>Relay</i>	30
2-15. Konstruksi <i>Relay</i> Jenis Kontak Tukar	31
2-16. Jenis – Jenis <i>Relay</i>	32
2-17. Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED	34
2-18. Fotodiode	36
2-19. Simbol Transistor	37
2-20. Karakteristik Operasi Tegangan Transistor	38

2-21. Rangkaian Dasar Transistor Sebagai Saklar	39
2-22. Rangkaian LCD dan Konfigurasi Pin	40
2-23. Diagram Blok LCD.....	40
3-1. Blok Diagram Perancangan Hardwere.....	47
3-2. Gambar Desain Konveyor Keseluruhan	49
3-3. Gambar Desain Konveyor.....	50
3-4. Menentukan Torsi Motor	51
3-5. Sensor LDR dan Lampu pijar	52
3-6. Rangkaian Flexi Force	54
3-7. Port pada MCU Renesas R8C13/Tiny yang dipakai pada sistem.....	55
3-8. Perencanaan Rangkaian Reset	59
3-9. Perencanaan Rangkaian <i>Clock</i>	60
3-10. Rangkaian driver Motor DC pada konveyor.....	61
3-11. Rangkaian Motor DC pada pintu	62
3-12. Gambar Rangkaian Motor DC pada timbangan.....	62
3-13. Rangkaian sensor Infra Red	66
3-14. Perancangan Rangkaian LCD	68
3-15. Flow chart sistem	69
4-1. Diagram blok pengujian sensor LDR	71
4-2. Pengujian Vout (a) & Resistansi (b) sensor LDR tanpa cahaya	71
4-3. Pengujian Vout (a) & Resistansi (b) sensor LDR ada cahaya	72
4-4. Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 1	73
4-5. Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 2.....	73

4-6. Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 3.....	73
4-7. Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 4.....	74
4-8. Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 6.....	74
4-9. Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 6.....	74
4-10. Diagram blok pengujian sensor berat.....	76
4-11. Pengujian Vout(a) & Resistansi(b) sensor berat tanpa beban	76
4-12. Pengujian Vout(a) & Resistansi(b) sensor berat beban <i>standart</i> (56.7 gram)	77
4-13. Pengujian Vout(a) & Resistansi(b) sensor berat beban <i>Kurang</i>	77
4-14. Pengujian Vout(a) & Resistansi(b) sensor berat beban <i>lebih</i>	78
4-15. Diagram blok pengujian Motor DC	79
4-16. Gambar arus motor DC pada <i>konveyor</i>	80
4-17. Gambar arus motor DC pada <i>pintu</i>	80
4-18. Gambar arus motor DC pada <i>timbangan</i>	81
4-19. Diagram blok pengujian LCD.....	82
4-20. Gambar tegangan pada diode LCD.....	83
4-21. Gambar rangkaian elektrik keseluruhan.....	85
4-22. Gambar rangkaian catu daya.....	85
4-23. Gambar sistem keseluruhan 1	86
4-24. Gambar sistem keseluruhan 2	86

DAFTAR TABEL

2-1. Fungsi Pin LCD	41
2-2. Instruksi Pada LCD.....	42
2-3. Tabel Seleksi Register.....	44
4-1. Hasil Pengujian Sensor LDR	72
4-2. Pengujian Sensor LDR dengan telur.....	75
4-3. Hasil Pengujian sensor berat.....	78
4-4. Hasil Pengujian arus Motor DC.....	81
4-5. Hasil Pengujian LCD	83

ABSTRAKSI

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENYELEKSI KUALITAS DAN BERAT TELUR AYAM BERBASIS MIKROKONTROLLER RENESAS R8C/TINY

Adita Prasetya Suwida
04.12.233

Jurusan Teknik Elektro S1, Konsentrasi Teknik Elektronika
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jln. Raya Karanglo Km 2 Malang
Email: inspire_15@yahoo.com

Dosen Pembimbing : I. Ibu Irmalia Suryani F, ST, MT
II. Bpk Ir. Eko Nurcahyo

Kata Kunci : LDR, Mikrokontroler Renesas R8C/13, Flexi Force

Kemajuan dibidang IT (Information Technology) pada saat ini telah berkembang sangat pesat. Setiap harinya muncul teknologi - teknologi baru dibidang IT yang sangat membantu baik itu pada dunia industri maupun rumah tangga. Pada sistem penyeleksian kualitas dan bobot telur ayam ini yaitu untuk memisah telur yang baik dengan yang jelek juga antara yang berbobot berat dan ringan dengan acuan bobot standart telur (56,7 gram) secara otomatis dan akurat.

Dalam pembuatan sistem penyeleksian kualitas dan bobot telur ayam dikontrol dengan menggunakan mikrokontroler Renesas R8C/13. Sehingga bisa membedakan telur yang baik dengan yang jelek, pada penyeleksi bobot telur menggunakan timbangan yang menggunakan sensor Flexiforce dan penggerak timbangan menggunakan motor DC.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Telur ayam merupakan produk peternakan yang memberikan sumbangan besar bagi tercapainya kecukupan masyarakat. Dari sebutir telur ayam didapatkan zat-zat gizi yang lengkap dan mudah dicerna. Telur ayam sangat baik dikonsumsi anak-anak, ibu yang sedang hamil atau menyusui, dan untuk orang yang sakit untuk mempercepat proses kesembuhannya.

Pada saat membeli telur ayam, konsumen sering melakukan penyeleksian telur dengan cara meneropong menggunakan sinar matahari untuk menghindari agar tidak tertipu membeli telur yang telah busuk. Proses yang sama juga dilakukan oleh peternak atau penjual untuk menyeleksi telur ayam petelor berdasarkan kualitasnya. Kesegaran telur ayam petelor dapat dilihat dengan cara peneropongan tersebut. Telur ayam petelor yang masih segar akan terlihat jernih/terang saat terkena sinar matahari.

Beberapa metode manual yang selama digunakan untuk penyeleksian telur ayam petelor antara lain dengan peneropongan menggunakan sinar matahari, telur direndam dalam air, bahkan telur dikocok untuk mengetahui telur sudah koyak (encer) atau masih segar.

Peneropongan biasa digunakan untuk melihat keadaan kantong udara, putih dan kuning telur ayam petelor yang merupakan beberapa variabel yang menjadi indikator kualitas. Pada peneropongan biasa dilakukan pengamatan

terhadap telur satu persatu dan dipegang dengan tangan. Hal ini akan melelahkan jika dilakukan dalam jumlah telur ayam petelor yang banyak serta terdapat resiko telur pecah karena tergelincir dari pegangan tangan.

Pengamatan dengan perendaman telur ayam terkadang tidak tenggelam ataupun terapung sehingga membingungkan saat diseleksi. Pengocokan telur ayam petelor untuk mengamati kekentalannya akan merusak telur jika masih akan disimpan lagi sebelum dikonsumsi.

Melihat kondisi tersebut diatas, penulis ingin merencanakan dan membuat alat penyeleksi telur ayam yang memiliki prinsip kerja mirip dengan metode peneropongan. Alat ini akan memisahkan telur menjadi dua kategori, segar dan busuk yang ditentukan berdasarkan kondisi telur saat disinari yaitu intensitas cahaya yang diteruskan dan kemudian diterima oleh sensor.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana membuat alat yang dapat digunakan untuk menyeleksi telur sehingga dapat mengetahui kualitas telur dan memisahkan telur berdasarkan bobot standartnya.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak terlalu luas, sehingga dapat lebih terarah maka penulis membatasi pembahasan hanya pada hal-hal berikut :

1. Jenis telur yang diamati adalah telur ayam petelor dan tidak membahas unsur kandungan pada telur.
2. Sensor cahaya yang digunakan adalah LDR dan lampu pijar.
3. Mikrokontroler yang digunakan Renesas R8C/TINY.
4. Variabel yang diamati dari telur adalah keadaan putih dan kuning Telur, serta berat standart telur.
5. Pengamatan kualitas telur untuk dikonsumsi bukan untuk ditetaskan.
6. Sistem bekerja dengan keadaan normal.
7. Tidak membahas catu daya.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai adalah dapat membuat dan merencanakan alat penyeleksi telur ayam secara elektronik dengan model konveyor, sehingga telur dapat terpisah berdasarkan kualitas dan bobotnya.

1.5 Metodologi Penelitian

1. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada tahapan ini membuat diagram blok rangkaian yang sesuai dengan rencana kerja, kemudian direalisasikan dengan melaksanakan perencanaan dan pembuatan alat berdasarkan diagram blok rangkaian yang disusun.

2. STUDI ANALISA ALAT

Dimaksudkan untuk melakukan analisa pengujian alat yang telah dirancang, apakah sesuai dengan fungsi kerja yang diharapkan atau tidak

3. PENYUSUNAN BUKU LAPORAN

Setelah menyelesaikan analisis alat dan menyusun data laporan berpedoman pada alat yang selesai dibuat beserta kesimpulan cara kerja dari alat tersebut

1.6 Sistematika Pembahasan

Pada penulisan laporan akhir ini secara garis besar sistematika pembahasannya terdiri dari lima bab yaitu:

BAB I. Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, sistematika pembahasan dari alat yang direncanakan.

BAB II. Landasan Teori

Pada bab ini dibahas tentang teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat ini yang meliputi Mikrokontroler Renesas R8C/13 Tiny, Sensor, Motor, dan konveyor.

BAB III. Perencanaan dan Pembuatan Alat

Pada bab ini dibahas tentang perencanaan dan pembuatan keseluruhan sistem perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

BAB IV. Pengujian Alat

Pada bab ini dibahas tentang proses serta hasil dari pengujian alat, yang didasarkan oleh pengukuran-pengukuran.

BAB V. Penutup

Pada bab ini akan disampaikan kesimpulan dari perencanaan dan pembuatan sistem ini

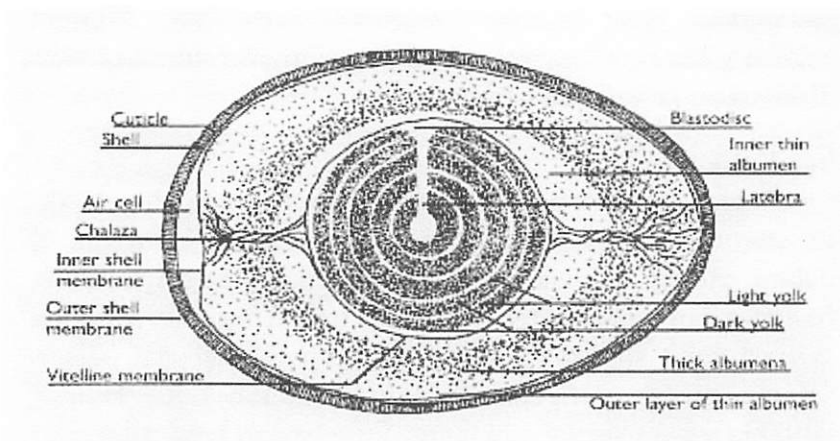
BAB II

LANDASAN TEORI

Landasan teori sangat membantu untuk dapat memahami suatu sistem. Landasan teori juga dapat digunakan sebagai acuan di dalam merencanakan suatu sistem. Dengan pertimbangan hal-hal tersebut, maka landasan teori merupakan bagian yang harus dipahami untuk pembahasan lebih lanjut. Dalam landasan teori ini akan dibahas teori dasar yang berhubungan dengan *Telur Ayam*, *LDR*, *Sensor Flexi Force*, *Op-Amp*, *Mikrokontroler Renesas R8C/13 Tiny*, *Motor DC*, *LCD*.

2.1 Teori Dasar Telur Ayam

Telur ayam terdiri dari sebuah sel reproduksi seperti pada ammalia. Pada ayam, sel tersebut dikelilingi oleh kuning telur (*yolk*), albumen, Membran kerabang, kerabang, dan kutikula. Ovarium bertanggung jawab terhadap pembentukan kuning telur, sedangkan bagian telur lainnya berasal dari oviduk.



Gambar 2.1 Struktur telur ayam

2.1.1 Pembentukan Kuning Telur (*yolk*)

Kuning telur (*yolk*) bukan sel reproduksi sejati, tetapi merupakan sumber bahan pakan bagi sel kecil (blastoderm) dan selanjutnya digunakan embrio untuk menunjang pertumbuhannya.

Apabila ayam mencapai dewasa, ovarium dan oviduk mengalami perubahan – perubahan selama 11 hari sebelum ayam bertelur pertama, yaitu kelenjar puitutari anterior memproduksi *follicel stimulating hormone (FSH)*. Akibatnya, ukuran folikel ovarium bertambah. Ovarium yang aktif mulai menghasilkan hormon *esterogen, progesterone, dan estosteron (sex Steroid)*. Tingkat esterogen plasma darah yang tinggi memulai perkembangan tulang medulair, merangsang protein *yolk*, dan pembentukan lemak oleh hati. Sementara ukuran oviduk bertambah besar sehingga memungkinkan memproduksi protein albumen, membran kerabang, kalsium karbonat kerabang, dan kutikula.

Yolk pertama menjadi dewasa karena sebagian besar bahan *yolk* yang diproduksi dihati dialirkan oleh darah langsung ke *yolk*. Satu atau dua hari kemudian, *yolk* kedua mulai berkembang, dan seterusnya sampai pada saat telur pertama dikeluarkan sekitar 5 – 10 *yolk* sedang dalam proses perkembangan. Setiap *yolk* menjadi dewasa membutuhkan waktu 10 – 11 hari. Pada awalnya,penimbunan bahan *yolk* sangat lambat dan warna sangat terang. Akhirnya, ovum mencapai diameter 6 mm pada saat pertumbuhannya mencapai tingkat terbesar dan diameter bertambah sekitar 4 mm setiap hari. Selama periode singkat, sekitar 7 hari sebelum ovulasi 95-99%, material *yolk* ditambahkan.

Bahan pewarna *yolk* adalah xanthophyl, suatu pigmen karoten dari pakan yang dimakan ayam. Pigmen tersebut ditransfer kedalam aliran darah dan *yolk*. Akibatnya, pigmen lebih banyak ditimbuk didalam *yolk* selama ayam makan daripada selama waktu gelap bila ayam tidak makan. Hal ini menimbulkan lapisan terang dan gelap pada bahan *yolk*, tergantung pigmen yang tersedia dalam pakan. Sekitar 7-11 lingkaran atau lapisan dibentuk oleh setiap butir *yolk*. Pembentukan *yolk* akan seragam. Total ketebalan keduanya, bagian gelap maupun terang, selama penimbunan 24 jam adalah sekitar 1,5 – 2,0 mm.

Yolk tersusun atas lemak (lipida) dan protein yang bergabung membentuk lipoprotein. Sepertiga bagian gabungan tersebut adalah fraksi yang rendah densitasnya (*low dancity fraction*) dan diketahui disintesis oleh hati melalui kerja estrogen. Pada ayam betina yang sedang produksi, LDF tidak tampak pada plasma darah sebagian partikel utuh untuk penimbunan secara langsung pada folikel ovarium yang sedang berkembang.

Penambahan lemakdan protein pada pakan ayam yang sedang berproduksi meningkatkan ukuran yolk. Namun, hal tersebut tidak ekonomis dan tidak praktis. Ukuran ova sangat bervariasi,tidak hanya karena diproduksi oleh individual organ, tetapi juga karena diproduksi oleh berbagai ayam dalam satu flock. Ukuran telur tidak berhubungan dengan tingkat produksi,tetapi mungkin berhubungan dengan lamanya ova mencapai dewasa. Dari seekor induk, ukuran telur bertambah lebih lama dalam berproduksi selanjutnya. Telur pertama diproduksi pada pada suatu clutch biasanya akan mengandung sebutir yolk yang lebih besar daripada sisanya yang lain.

2.1.2 Putih telur (Liquid Inner White)

Begitu telur yang sedang berkembang meluncur melalui magnum hanya satu tipe albumen diproduksi. Namun, penambahan air dan perputaran telur menjadikan perkembangan telur lebih besar pada berbagai ayam petelur. Salah satu di antaranya adalah putih telur bagian dalam yang cair.

2.1.3 Kerabang

Klasifikasi kerabang telur dimulai segera sebelum telur masuk ke uterus. Sekelompok kecil kalsium terlihat pada membrane kerabang bagian luar (outer shell membrane) sebelum telur meninggalkan istmus. Hal ini adalah awal letak untuk penimbunan kalsium dalam uterus. Jumlahnya kemungkinan diturunkan dari induk dan mengambil peranan dalam penimbunan kalsium kemudian.

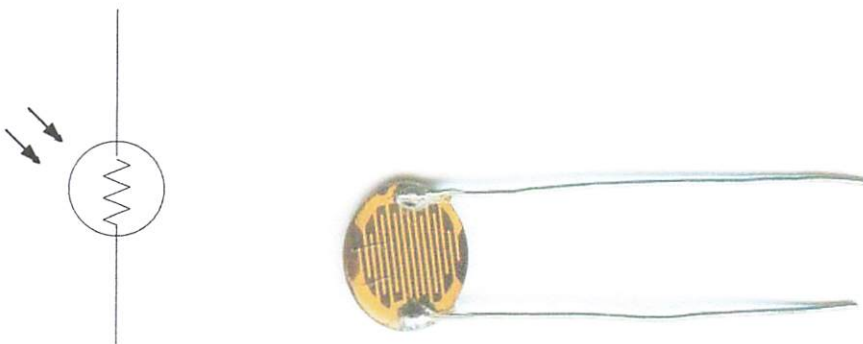
Kerabang pertama ditimbun di atas daerah awal untuk membentuk kerabang bagian dalam (inner shell), sebuah mammillary layer tersusun dari Kristal kalsit, material seperti berongga. Lapisan ini diikuti oleh penambahan kerabang bagian luar (outer shell), dibuat dari sebuah lapisan kalsit yang keras, berkapur dan sekitar dua kali ketebalan kerabang bagian dalam. Kerabang telur yang lengkap disusun dari hampir seluruhnya kalsit (CaCO_3) dengan sedikit penimbunan sodium, potassium, dan magnesium.

2.2 Light Dependent Resistor (LDR)

Resistor peka cahaya atau fotoresistor adalah komponen elektronik yang resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Fotoresistor dapat merujuk pula pada *light-dependent resistor* (LDR), atau *fotokonduktor*.

Fotoresistor dibuat dari semikonduktor beresistansi tinggi. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk meloncat ke pita konduksi. Elektron bebas yang dihasilkan (dan pasangan lubangnya) akan mengalirkan listrik, sehingga menurunkan resistansinya.

Komponen ini biasa digunakan pada jam, radio, alarm pencuri dan lampu jalan, akan tetapi pada skripsi ini LDR akan digunakan sebagai sensor kualitas telur untuk mendeteksi rusak atau tidaknya telur dengan menerima besar kecilnya cahaya yang diterima LDR setelah menembus telur.



Gambar 2.2 Simbol dan bentuk fisik LDR

2.3 Sensor Berat (Flexi Force)

Untuk sensor berat yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah Flexi Force yang bila mana sensor tertekan maka akan mengurangi nilai resistansinya. Adapun gambar fisik dari Flexi Force dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Flexi Force

Spesifikasi dari sensor ini :

Ketebalan : 0.005" (0.127 mm)

Panjang : 8.000" (203 mm)

Lebar : 0.55" (14 mm)

Diameter area sensor : 0.375" (9.53 mm)

Resistansi tanpa beban : $\pm 20 \text{ M}\Omega$

Resistansi beban penuh : $\geq 20 \text{ k}\Omega$

Sensor Flexi Force ini memiliki beban maksimal *1 Lb* dengan output berupa perubahan resistansi. Makin besar bobot yang diterima maka akan semakin kecil resistansinya.

2.4 Pengkondisi Sinyal

Penguat operasional (*Op-Amp*) berfungsi untuk menguatkan sinyal elektronik yang dihasilkan oleh detektor. *Op-Amp* merupakan suatu penguat DC dengan kemampuan penguatan yang tinggi. Dengan menambahkan resistor eksternal maka akan didapatkan suatu nilai penguatan yang dikehendaki dari suatu penguat operasional (*Op-amp*) ini.

Terdapat beberapa macam konfigurasi penguat operasional bagi aplikasi elektronika, yaitu:

- a) Penjumlah (*Adder*)
- b) Pengurang (*Subtractor*)
- c) Integral (*Integrator*)
- d) Differensial (*Differensiator*)

Pada dasarnya penguat operasional adalah komponen analog yang dapat dipergunakan untuk mengetahui sifat operasi matematika dengan dua masukan. Untuk pemanfaatannya dapat digunakan sebagai penyangga atau sebagai penguat linear dengan harga penguatan yang dapat ditentukan oleh umpan balik pada penguat operasional tersebut.

Dari dua masukan yang ada, mempunyai dua fungsi yang berbeda yaitu sebagai masukan pembalik (*input inverting*) dan masukan tak membalik (*input non inverting*). Jika sebuah *Op-amp* dengan rangkaian terbuka akan mempunyai tegangan keluaran yang tergantung pada tegangan-tegangan masukan dan besarnya penguatan

differential (Ad) serta besarnya penguatan Common Mode (Acm). Besarnya tegangan keluaran adalah:

$$V_o = Ad(V_1 - V_2) + \frac{Acm(V_1 + V_2)}{2} \quad (2-1)$$

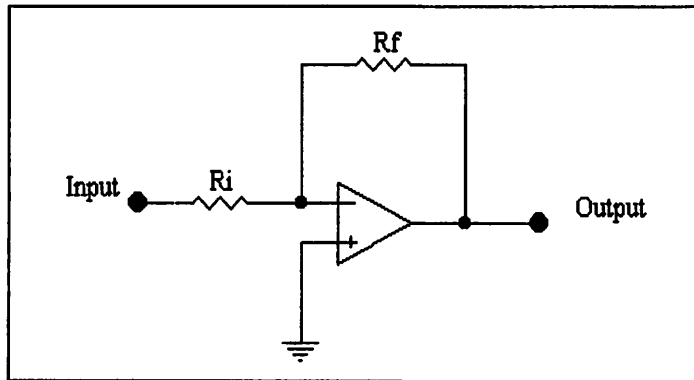
Dari rumus diatas tampaklah bahwa sebuah Op-amp yang baik mempunyai perbandingan Ad/Acm yang besar yang sering disebut sebagai *Common Mode Rejection Ratio* (CMRR).

$$CMRR = \frac{Ad}{Acm} \quad (2-2)$$

Beraneka ragam rangkaian yang dapat diterapkan pada sebuah Op-Amp tergantung pada pengolahan data masukan dan data keluaran yang diinginkan. Namun pada pemanfaatan Op-Amp haruslah diperhatikan karakteristik kemampuan keluaran maksimum dari penguat operasional. Karakteristik Op-Amp ideal (tanpa umpan balik) antara lain adalah:

- a) Penguatan terbuka = ∞ (tak hingga)
- b) Impedansi masukan = ∞ (tak hingga)
- c) Impedansi keluaran = 0 (nol)
- d) Karakteristik tidak berubah terhadap suhu
- e) Dapat menguatkan sinyal-sinyal DC.

Berikut ini adalah merupakan salah satu contoh aplikasi dari penguat operasional (Op-amp) yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4;



Gambar 2.4 Penguat *Inverting*

Sumber: Coughlin, 1994:33

Rangkaian penguat operasional diatas adalah rangkaian penguat *inverting*, yang mempunyai tegangan keluaran sebesar:

$$V_{out} = -\left[\frac{R_f}{R_i}\right] \times V_{in} \quad (2-3)$$

Oleh karena harga faktor penguatan atau A_v merupakan perbandingan antara tegangan keluaran dan tegangan masukan maka persamaan diatas dapat di sederhanakan menjadi:

$$A_v = \left[\frac{V_{out}}{V_{in}}\right] \quad (2-4)$$

Berdasarkan persamaan diatas diketahui bahwa factor penguatan atau A_v adalah sangat besar dengan kemungkinan memiliki harga $A_v \leq 1$ dan $A_v \geq 1$.

2.5 Mikrokontroler RENESAS R8C / Tiny

Renesas technology adalah produsen semikonduktor tingkat internasional. Renesas terbangun dari dua produsen semikonduktor, renesas juga mengeluarkan berbagai jenis keluarga mikrokontroller (MK).

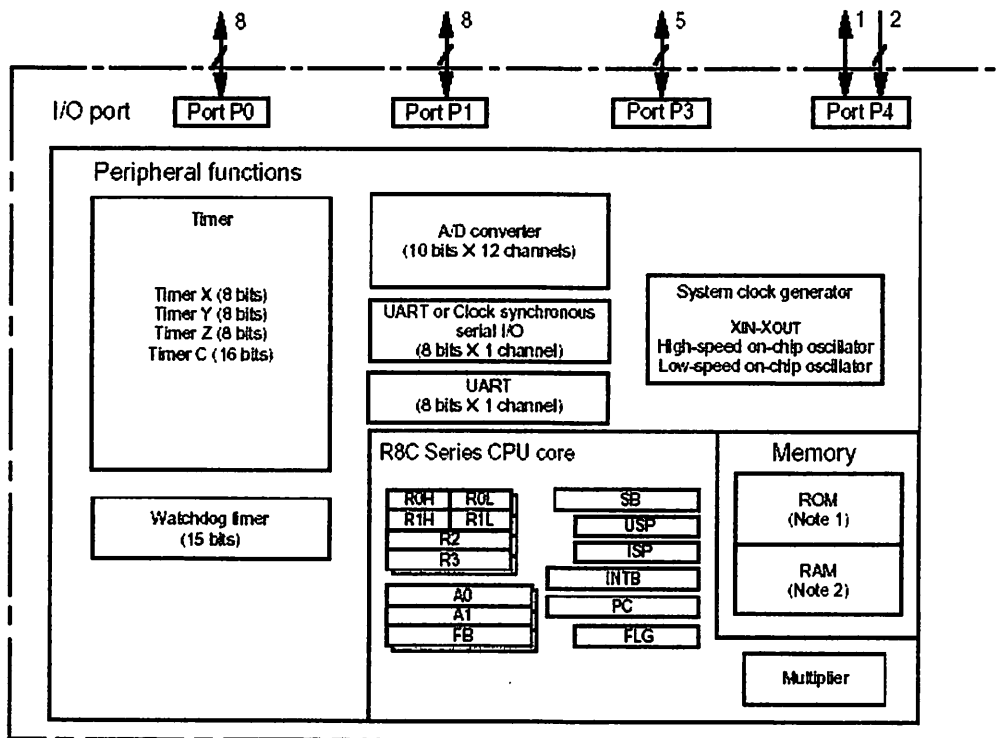
Mikrokontroler Renesas dibangun menggunakan proses gerbang silicon CMOS dengan kemampuan tinggi menggunakan CPU seri R8C/Tiny dan dikemas dalam modul plastic dengan jumlah pin sebanyak 32. Mikrokontroler ini beroperasi menggunakan perintah canggih khususnya efisiensi perintah dengan level tinggi. Mikrokontroler ini mempunyai 1 Mbytes kapasitas alamat, yang bisa digunakan untuk mengeksekusi perintah dengan kecepatan tinggi. Data flash ROM sebesar 2 KB x 2 blocks.

Renesas R8C adalah salah satu jenis keluarga MK M16C. CPU R8C sama dengan CPU CISC 16-bit M16C, hanya saja lebar jalur data R8C adalah 8-bit. Kerena menggunakan CPU yang sama maka R8C memiliki *instruction set* hamper sama dengan M16C. Perbedaanya hanya terletak pada 2 instruksi yaitu R8C tidak memiliki instruksi JMPS (*Jump Special Page*) dan JSRS (*Jump Subroutine Special Page*). R8C/13 adalah salah satu tipe MK dalam seri R8C. MK ini memiliki kemasan 32-pin LQFP. Dalam perancangan pada skripsi ini menggunakan MK seri R5F21134FP, yaitu R8C13 yang memiliki flash ROM 16KB(1000 E/W *cycles*) dan RAM sebesar 1KB.

2.5.1 Spesifikasi R8C/13Tiny

Berikut ini adalah spesifikasi R8C13/Tiny dengan peta peripheral dan memori – memorinya :

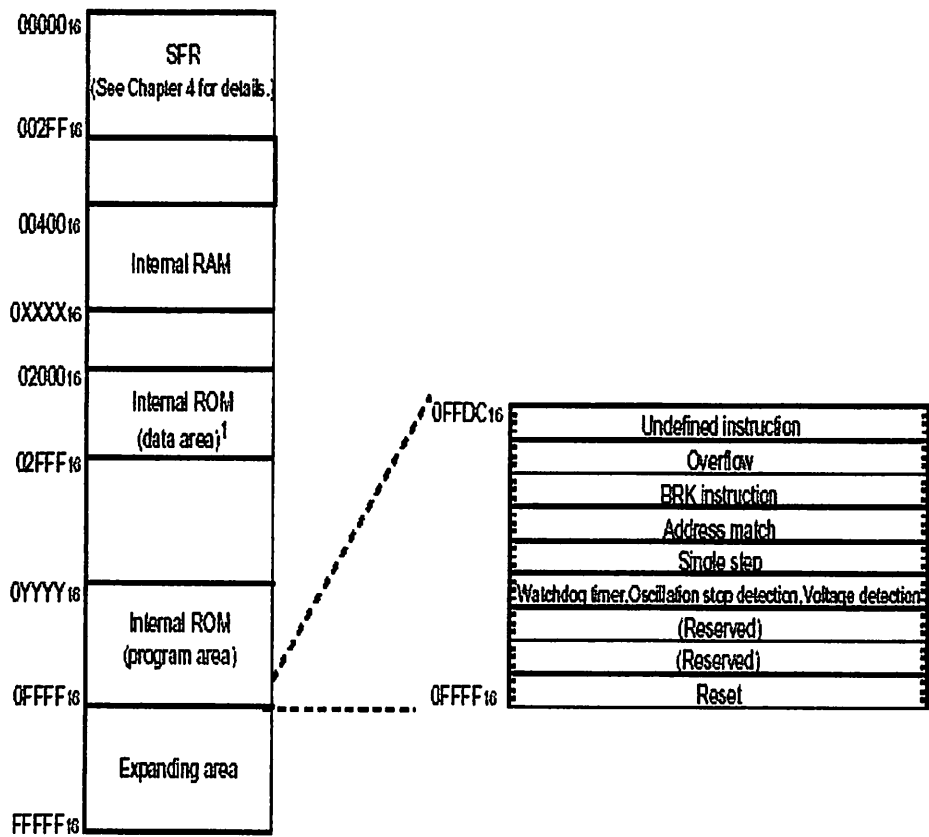
- Mempunyai CPU core (16-bit) 1-20 MHz, 3.0 – 5.5 Volt dan 1 – 10 MHz 2.7 – 5.5 Volt.
- Rangkaian Clock, kecepatan *low/high On-Chip Oscillator*. Clock utama dengan Xin/Xout.
- Memory (ROM/SRAM) 16Kbyte / 1 Kbyte, 2 x 2 Kbyte data flash pada R8C/13 Tiny.
- Kemasan 32 pin LQFP (7 mm x 7 m)



Gambar 2.5 Blok Diagram MCU Renesas

Mikrokontroler Renesas R8C/Tiny mempunyai struktur memori yang terdiri atas :

- Space alamat hingga 1 Mbytes dari alamat 00000_{16} sampai $FFFFFF_{16}$.
- ROM internal (*program area*) dialokasikan pada alamat terendah dimulai dari alamat $0FFFF_{16}$. Misalnya, 16 Kbyte ROM internal dialokasikan pada alamat yang dimulai dari $0C000_{16}$ sampai $0FFFF_{16}$.
- ROM internal untuk *data area* dialokasikan pada alamat 02000_{16} sampai $02FFF_{16}$.
- Sedangkan RAM internal dialokasikan pada arah alamat yang lebih tinggi dimulai dari alamat 00400_{16} .
- Special function register (SFR) dialokasikan pada alamat mulai dari 00000_{16} sampai $002FF_{16}$. Fungsi register control peripheral dialokasikan disini.



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 $0YYYY_{16}$	Size	Address $0XXXX_{16}$
R5F21134FP, R5F21134DFP	16K bytes	$0C000_{16}$	1K bytes	$007FF_{16}$
R5F21133FP, R5F21133DFP	12K bytes	$0D000_{16}$	768 bytes	$006FF_{16}$
R5F21132FP, R5F21132DFP	8K bytes	$0E000_{16}$	512 bytes	$005FF_{16}$

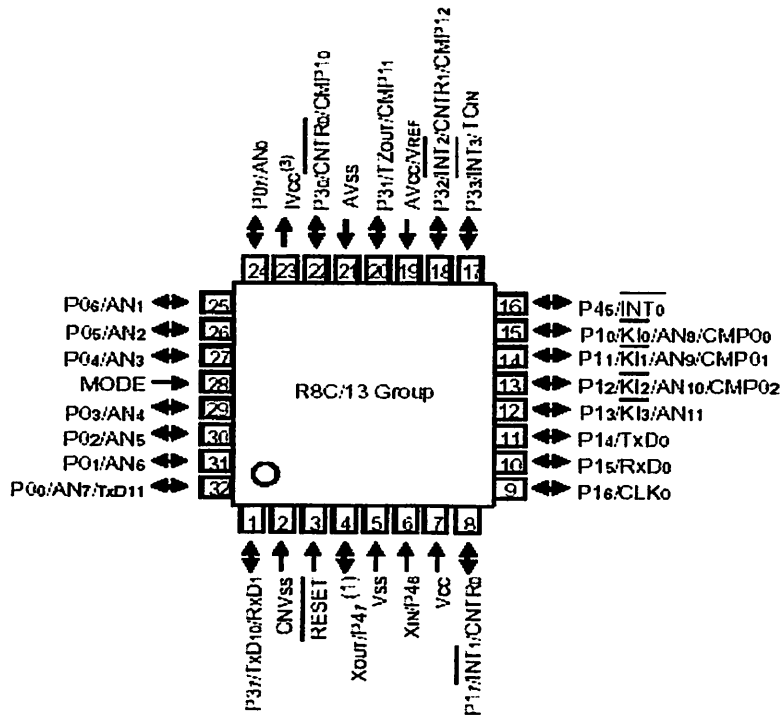
Gambar 2.6 Memory Map

2.5.2 Kelebihan Kunci R8C/13 Tiny

Banyak kelebihan – kelebihan yang dimiliki R8C/13 Tiny diantaranya adalah :

- Kompatibel dengan M16C yaitu kompatibel dalam instruksi dan kode.
- *Peripheral* lebih terintegrasi jadi lebih hemat.
- *Electromagnetic Compatibility* (EMC) mempunyai EMI rendah,EMS tinggi.
- *Development Tool (Compiler dan Debugger)* didapat dengan murah dan difasilitasi *On-Chip Debugger*.
- Mempunyai *fitur fail – safe* yaitu pengamanan terhadap kegagalan system.
- Konsumsi daya rendah.
- 16-bit CISC CPU dengan kecepatan maksimal 20 MHz (1 : 1).
- 89 instruksi CISC lebih hemat ROM kira – kira 20 % RAM sampai 1 KB.
- Waktu konversi ADC 3 μ S.

2.5.3 Konfigurasi Pin R8C/13 Tiny



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin R8C/Tiny

❖ Keterangan fungsi masing-masing pin R8C13/Tiny :

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

4. AV_{CC} , AV_{SS}

5. 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.
6. Reset
Merupakan input reset pada MCU.
7. CNV_{SS}
Pin ini dihubungkan ke V_{SS} melalui resistor.
8. Mode
Pin ini dihubungkan ke V_{CC} melalui resistor.
9. 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} . Untuk menggunakan clock derived external, masukkan ke pin X_{IN} dan pin X_{OUT} dibiarkan terbuka.
10. $INT_0 - INT_3$
Merupakan pin input interrupt
11. $KI_0 - KI_3$
Merupakan pin Key Input interrupt.
12. $CNTR_0$ (I/O)
Merupakan timer pin X I/O
13. $CNTR_0$ (O)
Merupakan timer pin X output.

14. CNTR₁

Merupakan timer pin Y I/O

15. TZ_{OUT}

Merupakan timer pin Z output.

16. TC_{IN}

Merupakan timer pin C input.

17. CMPO₀ – CMPO₃ dan CMPO₁₀ – CMPO₁₃

Merupakan timer pin C output.

18. CLK₀

Merupakan transfer clock untuk pin I/O.

19. RxD₀ dan RxD₁

Pin serial data input.

20. TxD₀, TxD₁₀ dan TxD₁₁

Pin serial data output.

21. V_{REF}

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

22. AN₀ – AN₁₁

Pin input analog untuk A/D Converter.

23. P0₀ – P0₁, P1₀ – P1₇, P3₀ – P3₃, P3₇ dan P4₅

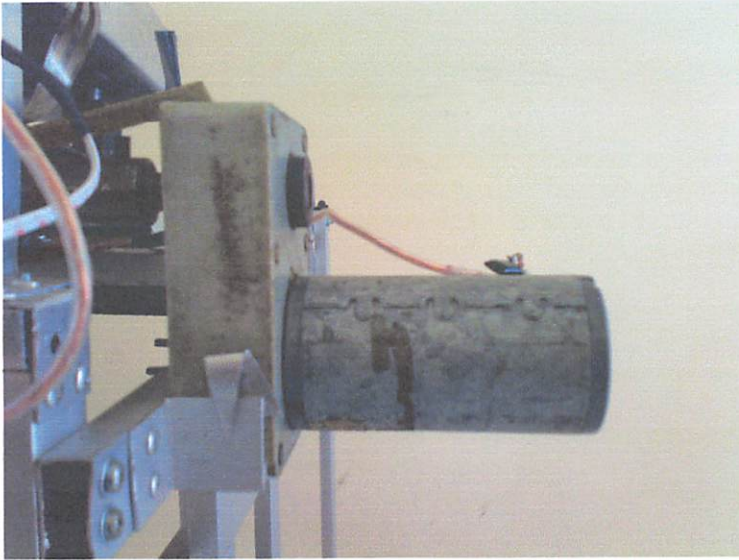
Merupakan port 8 bit CMOS I/O. P1₀ – P1₇ juga berfungsi sebagai port LED driver.

2.6 Motor DC

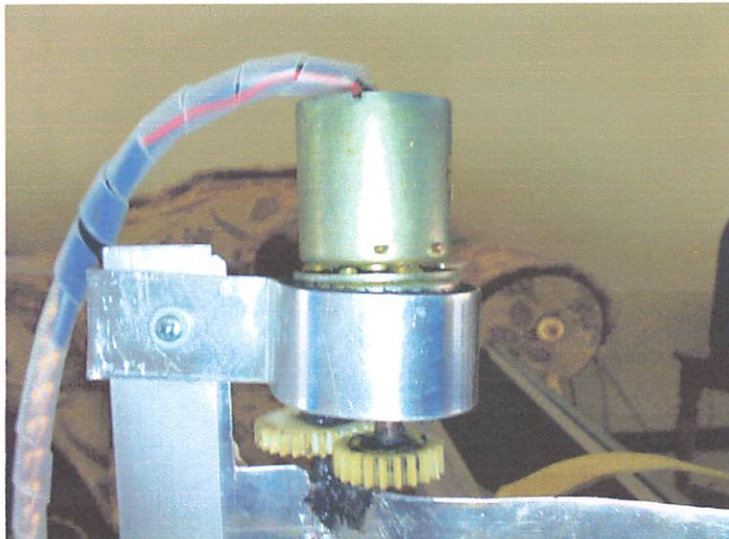
Pada skripsi ini digunakan motor DC digunakan sebagai penggerak konveyor. Prinsip kerja motor DC berdasarkan pada penghantar yang dialiri arus ditempatkan dalam suatu medan magnet sehingga penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya menimbulkan torsi sehingga menghasilkan putaran. Penghantar yang berputar akan menimbulkan tegangan AC sehingga diubah menjadi tegangan DC oleh komutator dan sikat.



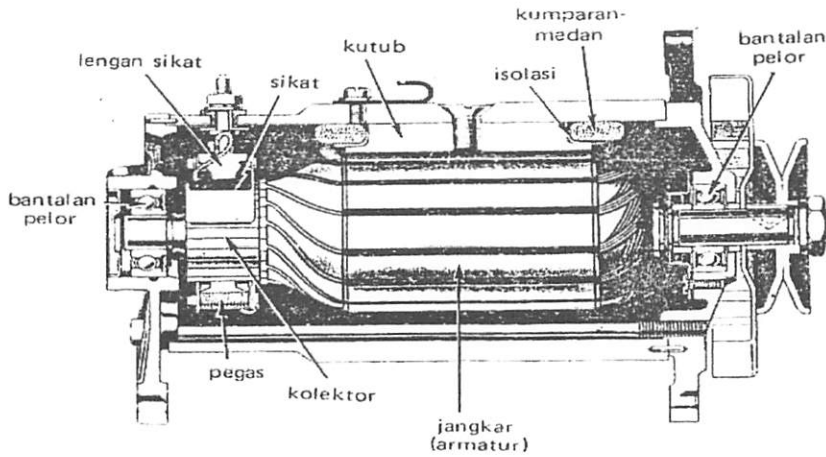
Gambar 2.8 Bentuk Fisik *Motor DC pada Konveyor*



Gambar 2.8 Bentuk Fisik *Motor DC pada Timbangan*



Gambar 2.8 Bentuk Fisik *Motor DC pada Pintu*



Gambar 2.8 Motor DC

Sumber : Elektronika dalam Industri

Disini kolektor berfungsi bagaikan penyearah mekanik. Flux magnet yang ditimbulkan magnet permanen disebut medan magnetnya motor. Dalam gambar arah fluk magnetik adalah dari kiri ke kanan. Adapun gaya yang bekerja pada penghantar b adalah ke atas, sementara gaya yang bekerja pada penghantar a adalah ke bawah . Gaya-gaya yang bekerja sama kuatnya, jadi ada kopel yang bekerja pada kawat sehingga lilitan pun dapat berputar. Setelah berputar 90^0 arah arus berbalik, pada saat itu penghantar a dan penghantar b bertukar tempat. Akibatnya arah gerak putaran tidak berubah.

Gaya yang dihasilkan sebesar :

$$F = B \cdot I \cdot L$$

dengan :

$$F = \text{Gaya (N)}.$$

$$B = \text{Rapat fluks (T)}.$$

$$I = \text{Arus yang mengalir pada penghantar (A)}.$$

$$L = \text{Panjang penghantar (M)}.$$

$$T = \text{Torsi (Nm)}.$$

Gaya itu menimbulkan torsi sebesar :

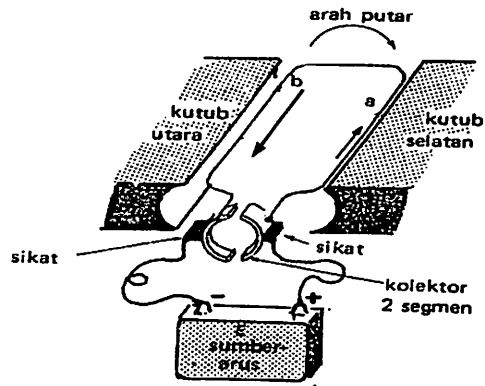
$$P = V \times I$$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

2.6.1 Cara Kerja Motor DC

Adapun cara kerja motor Dc dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.9 Dasar Kontruksi Motor DC

Sumber : Elektronika dalam Industri

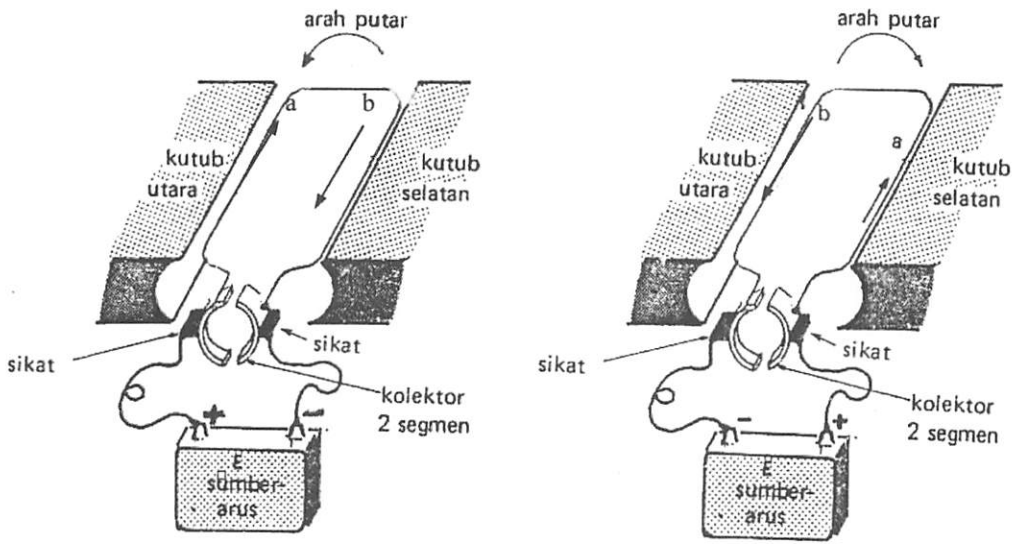
Ada satu lilit kawat a – b berada di dalam medan magnet. Lilitan ini dapat berputar dengan bebas, lilitan ini bisasa disebut dengan jangkar (*armour*).

Pada jangkar dimasukkan arus yang berasal dari sumber (baterai) E. koneksi baterai dengan jangkar melalui sikat-sikat. Sikat-sikat ini terpasang pada sebuah cincin yang terbelah dua, yang disebut kolektir. Adapun tujuan dari kontruksi ini adalah agar lilitan kawat dapat berputar apabila ada arus listrik yang melewatinya.

Pada kawat yang berada di kanan arus mengalir dari depan ke belakang . dalam kawat yang di kiri, arus mengalir dari belakang ke depan . kawat a dan b secara berganti-gantian berada di kiri dan kanan. Karena itu arah arus di a dan

arah arus di b selalu membolak balik. Pembalikan arah arus itu terjadi pada saat lilitan kawat melintasi posisi vertikal.

2.6.2 Pengendalian Arah Putaran Motor DC



Gambar 2.10 Arah Putaran Motor DC

Sumber : Elektronika dalam Industri

Dari gambar diatas, agar arah putaran motor dc berubah, maka polaritas tegangan pada baterai harus dibalik.

2.6.3 Jenis – jenis Motor DC

Motor DC berdasarkan jenis penguatannya terbagi menjadi 2 yaitu : motor DC penguataun terpisah dan motor DC penguatan sendiri. Penguatan pada motor DC diberikan oleh belitan medan sehingga jenis penguatan motor

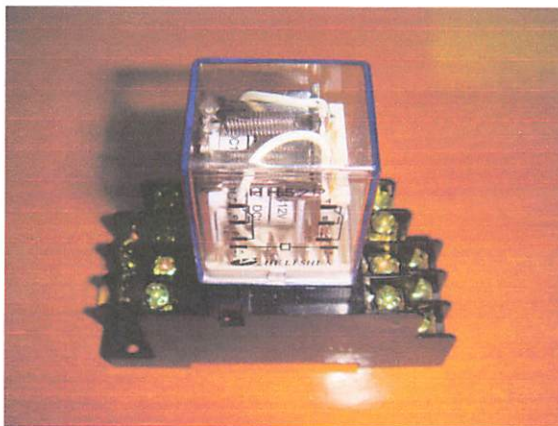
DC berdasarkan pada cara pemberian catu tegangan pada belitan medan yang akan menimbulkan medan magnet.

Motor DC penguatan terpisah dicatu oleh dua sumber tegangan terpisah pada belitan medan dan belitan jangkarnya seperti pada gambar 2.7. motor DC penguatan sendiri dicatu oleh satu sumber pada belitan medan dan belitan jangkarnya. Motor DC penguatan sendiri berdasarkan cara menghubungkan belitan medan dan belitan jangkarnya menjadi tiga yaitu :

- Motor DC *shunt*, dimana belitan medan dan belitan jangkarnya dihubungkan paralel.
- Motor DC seri, belitan medan dan belitan jangkarnya dihubungkan seri.
- Motor DC kompon merupakan penggabungan dari motor DC *shunt* dan motor DC seri yang terbagi menjadi dua macam yaitu : kompon panjang dan kompon pendek.

2.7 Relay

Relay merupakan salah satu jenis *saklar magnetic* yang dapat memutuskan atau menghubungkan kontak – kontak dengan arus yang dialirkan ke kumparan (inti). Sebuah *relay* terdiri dari satu kumparan dan inti, yang mana bila dialiri arus kumparan tersebut akan menjadi magnet dan menutup atau membuka kontak. Keuntungan *relay* adalah dapat menghubungkan daya yang besar dengan memberi daya yang kecil pada kumparannya.



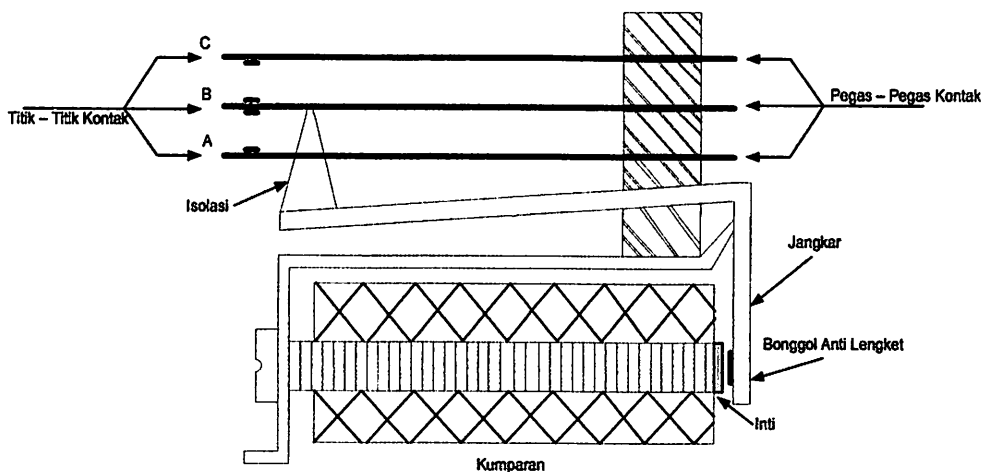
Gambar 2.11 Bentuk Fisik *Relay*

Pada dasarnya prinsip kerja *relay* sama dengan kontaktor, yang mana berfungsi untuk membuka dan menutup kontak listrik yang dikontrol dengan prinsip kerja elektromagnetik. Kerja dari *relay* tersebut apabila arus mengalir di dalam kumparan yang memiliki inti besi akan menjadi magnet, maka jangkar yang terdiri dari besi lunak akan tertarik dan bergerak menggelinding pada engsel (*pivot*).

Relay dapat menggulingkan kalau gaya magnet dapat mengarahkan gaya pegas yang mengalahkannya, maka kontak pun menutup. Besarnya gaya magnet ditentukan oleh kuat medan magnet pada celah udara antara jangkar dan inti besi, sedangkan kuat medan magnet tergantung pada jumlah lilitan kumparan dan kuat arus, kuat medan magnet ditetapkan juga oleh besar resistansi magnet dalam sirkuit kemagnetan. Kuat medan di celah udara akan semakin kuat bila letak jangkar semakin dekat dengan inti. Jarak jangkar dan inti dapat diatur dengan menyatel pencairan pegas.

Seperti halnya kontaktor, *Relay* dapat menggerakkan beberapa kontak sekaligus hanya dengan suatu kumparan jangkar.

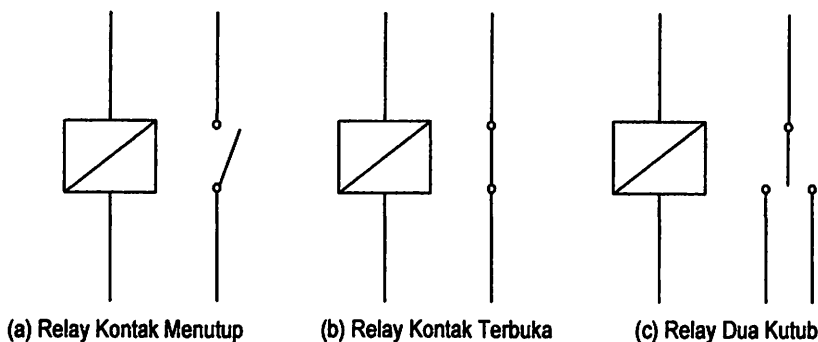
Ada dua jenis *Relay*, yaitu : (1) *Relay* yang bekerja dengan arus bolak – balik, dan (2) *Relay* yang bekerja dengan arus searah. Jenis *Relay* yang bekerja dengan arus bolak – balik tidak bisa bekerja pada alat – alat elektronik.



Gambar 2.12 Konstruksi *Relay* Jenis Kontak Tukar

Pada gambar diatas bila kumparan dialiri arus listrik, maka akan timbul medan magnet pada lilitan tersebut. Karena adanya medan magnet ini, inti besi menjadi magnet dan menarik jangkar, sehingga kontak antara A dan B putus (membuka), kontak B dan C menutup. Jenis *Relay* ini dinamakan dengan kontak tukar.

Jenis lain adalah jenis *Relay* dengan kontak menutup dimana apabila diberi arus listrik, maka kontak – kontaknya menutup. *Relay* dengan kontak membuka dimana apabila kumparan *Relay* diberi arus listrik maka kontak – kontaknya akan membuka. Terdapat juga jenis *Relay* dengan dua kutub (*Bi – Polar*) dimana *Relay* ini mempunyai 2 kumparan dan 2 kondisi kerja. Bila *Relay* tidak diberi arus listrik, maka kontak B bebas, tidak menghubungkan kemana – mana. kalau kumparan 1 terhubung dengan arus listrik, maka kontak B menghubungkan kontak A. Kalau kumparan 2 terhubung dengan arus listrik, maka kontak B terhubung dengan kontak C.

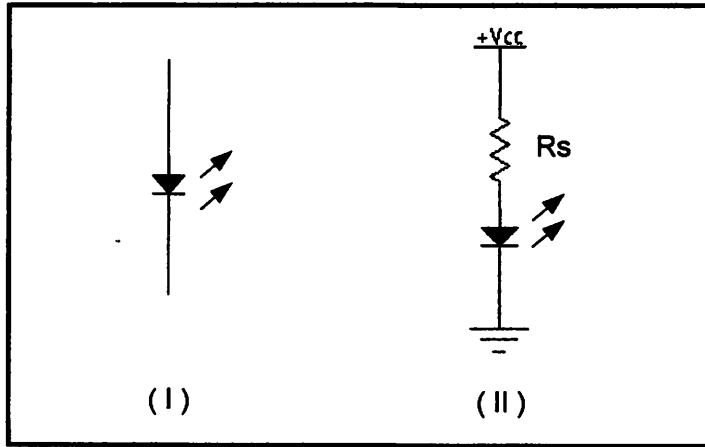


Gambar 2.13 Jenis – Jenis *Relay*

Pada prinsipnya pengaman ini memberikan pengaman thermis maupun *Relay* elektronik. Pengaman thermis digunakan untuk melindungi beban lebih. Jika arus yang melewati MCB lebih besar dari arus nominal MCB maka arus akan menaikkan suhu penghantar sehingga bimetal akan saling lepas dan arus akan terputus. Pemutus secara thermis berlangsung dengan kelambatan, dimana lamanya waktu pemutusan tergantung besar arusnya, sedangkan pengaman elektronik digunakan sebagai pelindung apabila terjadi hubung singkat.

2.8 LED (*Light Emitting Diode*)

Dioda pancar cahaya (*light Emitting 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 2.14.



Gambar 2.14 Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED
 Sumber: Malvino, 1985 : 97

Cara mengendalikan LED yaitu dengan memperhitungkan arus dan tegangan sumber. Besar arus LED yang diberikan dalam contoh rangkaian Gambar 2.14 adalah :

$$I = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{R_s} \dots\dots\dots (2-14)$$

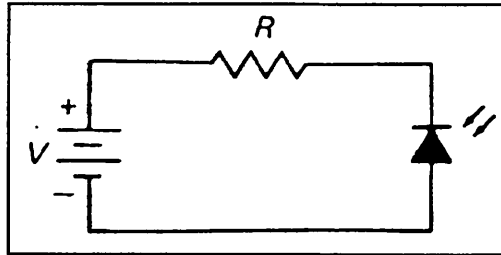
$$R_s = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{I} \dots\dots\dots (2-15)$$

2.9 Photo dioda

Komponen photodiode mempunyai karakteristik seperti komponen yang dinamakan '*solar cell*', yang merubah energi cahaya menjadi energi listrik. Jika photodiode 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 '*photovoltaic mode*'. Teknik ini jarang digunakan karena tidak efisien dan mempunyai respon yang lambat terhadap pulsa-pulsa cepat sinyal cahaya.

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

Ketika photodiode 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 2.15 di bawah menunjukkan rangkaian penerima photodiode.



Gambar 2.15 Fotodiode
 Sumber: Malvino, 1985 : 98

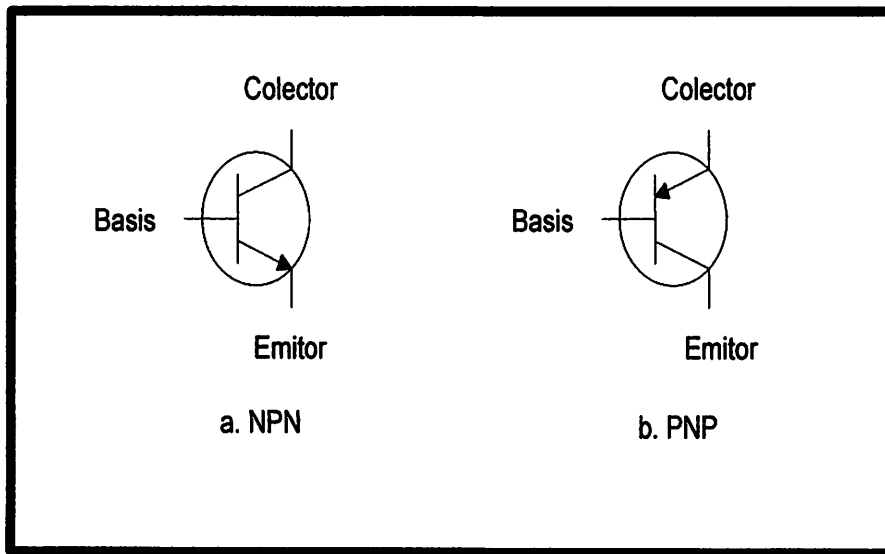
Dengan R_1 didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$V_{CC} = V_{fd} + I_{R1} R_1 \dots\dots\dots(2-16)$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{fd}}{I_{R1}} \dots\dots\dots(2-17)$$

2.10 Transistor

Transistor adalah suatu komponen aktif semikonduktor yang akan bekerja sama dengan pengolahan aliran-aliran elektron. Transistor terdiri dari tiga elemen yaitu basis, emitor dan kolektor. Sedangkan jenis PNP dan jenis NPN. Kerja transistor diperlukan catu tegangan yang tepat untuk mendapatkan kondisi kerja yang baik. Transistor merupakan piranti elektronika dengan tiga terminal seperti yang diperlihatkan oleh simbol sikrit . Transistor terbuat dari bahan semikonduktor dasar yang kemudian diolah sehingga berbentuk bahan semikonduktor jenis P dan N. Walaupun proses pembuatannya banyak, pada dasarnya transistor merupakan tiga lapis gabungan kedua jenis bahan tersebut yaitu NPN dan PNP.



Gambar 2.16. Simbol Transistor

2.10.1 Karakteristik Operasi Transistor

Karakteristik operasi transistor menyatakan spesifiknya yang tidak boleh lebih besar dari yang tertera. Lembaran data memberikan nilai-nilai penting antara lain

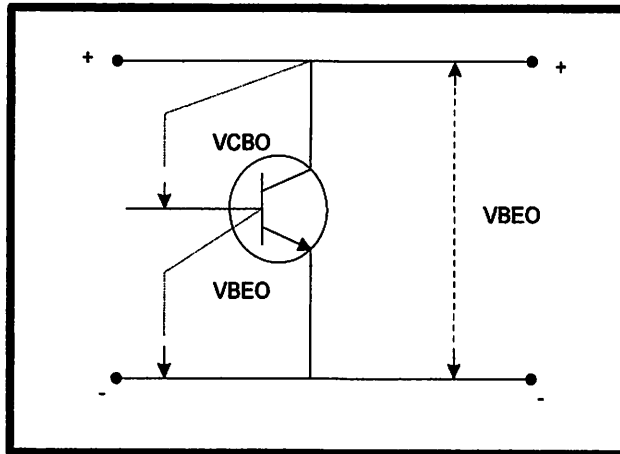
VCBO = Tegangan bias transistor maksimum

VCEO = Tegangan emitor kolektor maksimum

VEBO = Tegangan bias emitor maksimum

P tot = Total daya yang diperlukan oleh transistor

Dalam dunia Industri transistor banyak dipakai antara lain sebagai sakelar dan sebagai penguat/ *amplifier*.



Gambar 2.17. Karakteristik Operasi Tegangan Transistor

2.10.2 Transistor sebagai saklar

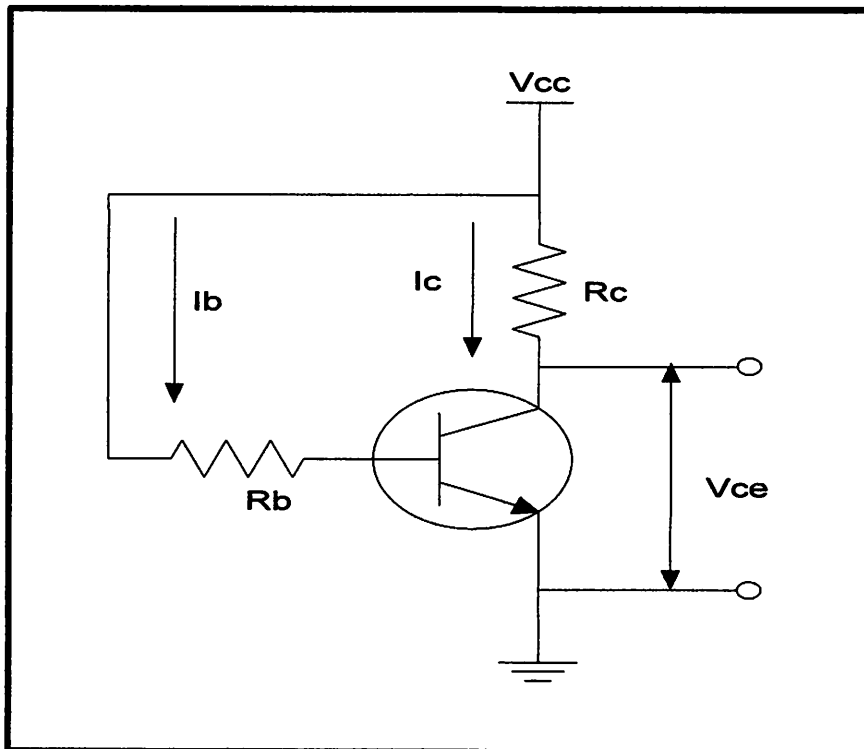
Untuk memanfaatkan transistor sebagai saklar maka dioperasikan pada salah satu dari titik saturasi tetapi tidak sepanjang garis beban. Apabila sebuah transistor tersebut berfungsi sebagai sebuah saklar yang tertutup dari kolektor dan emitor. Transistor mempunyai dua keadaan yaitu keadaan On dan Off, sehingga transistor dapat dioperasikan sebagai saklar. Jika arus I_b nol, maka arus kolektor I_c menjadi arus bocor yang rendah sehingga :

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}}$$

$$R_b = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B}$$

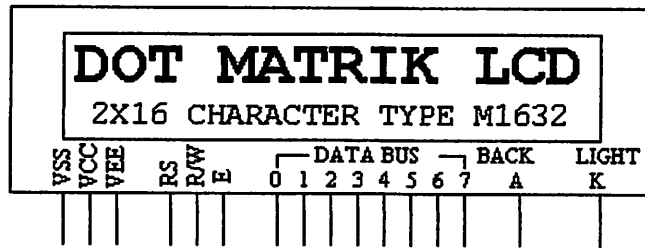
$$V_B = I_b \cdot R_b + 0,6$$



Gambar 2.18. Rangkaian Dasar Transistor Sebagai Saklar

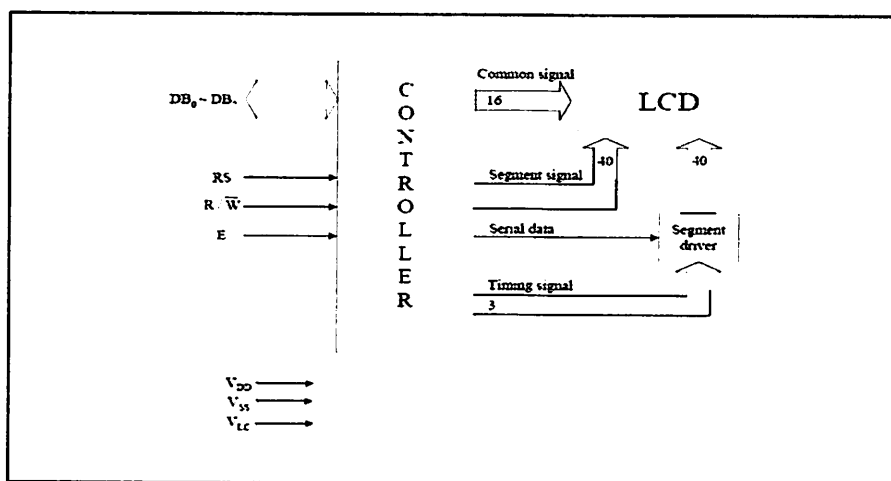
2.11 Liquid Crystal Display (LCD)

Gambar rangkaian LCD dan konfigurasi pinnya serta diagram blok LCD dapat dilihat dalam Gambar 2.19 dan Gambar 2.20. Bus data LCD terhubung dengan bus data mikrokontroler. Karena LCD dioperasikan hanya menerima data, maka pin R/\bar{W} dihubungkan ke *ground*. RS dihubungkan dengan pin A0 dari bus alamat mikrokontroler. Untuk mengatur tingkat kecerahan LCD digunakan resistor variabel 1 k Ω . LCD yang digunakan adalah tipe M1632.



Gambar 2.19 Rangkaian LCD dan Konfigurasi Pin

Sumber : *Data Sheets Eltech, 1987:2*



Gambar 2.20 Diagram Blok LCD

Sumber: *Anonymous, 1998:13*

Karakteristik LCD dot-matrik adalah sebagai berikut :

- 16 x 2 karakter dengan 5 x 7 dot-matrik dan *cursor*.
- Karakter generator ROM dengan 192 tipe karakter.
- Karakter generator RAM dengan 8 tipe karakter (untuk program *write*).
- 80 x 8 bit *display* data RAM.
- Dapat di-*interface*-kan dengan mikrokontroller 4 bit atau 8 bit.
- *Display* data RAM dan karakter generator RAM dapat dibaca dari mikrokontroler.

- Catu daya +5 Volt.
- Power on reset.
- Proses CMOS.
- Range temperatur operasi 0⁰ sampai 50⁰C.
- Beberapa fungsi instruksi adalah display clear, cursor home, display on/off, cursor on/off, display character blink, cursor shift dan display shift.

Fungsi masing-masing pin LCD M1632 dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi Pin LCD

Nama Pin	Fungsi
D0-D7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan pada LCD.
<i>Enable (E)</i>	Sinyal operasi awal. Sinyal ini akan mengaktifkan data tulis atau baca.
$\overline{R/W}$	Sinyal seleksi tulis dan baca: 0 = tulis dan 1 = baca
RS	Sinyal pemilih register internal: 0 = instruksi register (tulis), 1 = data register (tulis dan baca).
V _{EE}	Untuk mengendalikan kecerahan LCD dengan mengubah-ubah nilai resistor variabel yang diumpankan.
V _{CC}	Tegangan sumber +5V
V _{SS}	Terminal <i>ground</i>

Sumber: *Data Sheets* Eltech, 1987:7

Instruksi operasi pada LCD merupakan kombinasi bilangan biner yang melalui pin saluran data 8 bit (D0 – D7), pin seleksi register (RS) dan pin seleksi instruksi (R/W). Tabel 2.2 menunjukkan instruksi operasi pada LCD. Tabel 2.3 menunjukkan register-register yang akan dioperasikan.

Tabel 2.2 Instruksi Pada LCD

No	INSTRUKSI	RS	RW	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	<i>Display Clear</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	<i>Cursor Home</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	S
3	<i>Entry Mode Set</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	ID	S
4	<i>Display ON/OFF</i>	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
5	<i>Cursor Display Shift</i>	0	0	0	0	0	1	S.C	RL	*	*
6	<i>Function Set</i>	0	0	0	0	1	DL	1	*	*	*
7	<i>CGRAM Address Set</i>	0	0	0	1	Acc					
8	<i>DDRAM Address Set</i>	0	0	1	Add						
9	<i>BF/Address Read</i>	0	1	BF	AC						
10	<i>Data Write To CGRAM</i>	1	0	Write Data							
11	<i>Data Read From CGRAM</i>	1	1	Read Data							

Sumber: *Anonymous*, 1998:47

Fungsi masing-masing instruksi adalah sebagai berikut :

1. *Display Clear* : membersihkan tampilan yang ada pada LCD dan mengembalikan kursor kembali ke posisi semula.
2. *Cursor home* : hanya membersihkan semua tampilan dan kursor kembali semula.
3. *Entry mode set* : layar beraksi sebagai tampilan tulis.

S = 1 / 0 : menggeser layar.

I / O = 1 : kursor bergerak ke kanan dan layar bergerak ke kiri.

I / O = 0 : kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kanan.

instruksi operasi pada ECU merupakan kombinasi biner yang
 terdapat pada bus data (DB) dan bus alamat (AB) yang terdapat
 pada bus data (DB). Tabel 2.5 menunjukkan instruksi operasi pada ECU. Tabel 2.5

Tabel 2.5 Instruksi pada ECU

No	Operasi	DB	AB
1	00000000	00000000	00000000
2	00000001	00000001	00000001
3	00000010	00000010	00000010
4	00000011	00000011	00000011
5	00000100	00000100	00000100
6	00000101	00000101	00000101
7	00000110	00000110	00000110
8	00000111	00000111	00000111
9	00001000	00001000	00001000
10	00001001	00001001	00001001
11	00001010	00001010	00001010
12	00001011	00001011	00001011
13	00001100	00001100	00001100
14	00001101	00001101	00001101
15	00001110	00001110	00001110
16	00001111	00001111	00001111
17	00010000	00010000	00010000
18	00010001	00010001	00010001
19	00010010	00010010	00010010
20	00010011	00010011	00010011
21	00010100	00010100	00010100
22	00010101	00010101	00010101
23	00010110	00010110	00010110
24	00010111	00010111	00010111
25	00011000	00011000	00011000
26	00011001	00011001	00011001
27	00011010	00011010	00011010
28	00011011	00011011	00011011
29	00011100	00011100	00011100
30	00011101	00011101	00011101
31	00011110	00011110	00011110
32	00011111	00011111	00011111
33	00100000	00100000	00100000
34	00100001	00100001	00100001
35	00100010	00100010	00100010
36	00100011	00100011	00100011
37	00100100	00100100	00100100
38	00100101	00100101	00100101
39	00100110	00100110	00100110
40	00100111	00100111	00100111
41	00101000	00101000	00101000
42	00101001	00101001	00101001
43	00101010	00101010	00101010
44	00101011	00101011	00101011
45	00101100	00101100	00101100
46	00101101	00101101	00101101
47	00101110	00101110	00101110
48	00101111	00101111	00101111
49	00110000	00110000	00110000
50	00110001	00110001	00110001
51	00110010	00110010	00110010
52	00110011	00110011	00110011
53	00110100	00110100	00110100
54	00110101	00110101	00110101
55	00110110	00110110	00110110
56	00110111	00110111	00110111
57	00111000	00111000	00111000
58	00111001	00111001	00111001
59	00111010	00111010	00111010
60	00111011	00111011	00111011
61	00111100	00111100	00111100
62	00111101	00111101	00111101
63	00111110	00111110	00111110
64	00111111	00111111	00111111
65	01000000	01000000	01000000
66	01000001	01000001	01000001
67	01000010	01000010	01000010
68	01000011	01000011	01000011
69	01000100	01000100	01000100
70	01000101	01000101	01000101
71	01000110	01000110	01000110
72	01000111	01000111	01000111
73	01001000	01001000	01001000
74	01001001	01001001	01001001
75	01001010	01001010	01001010
76	01001011	01001011	01001011
77	01001100	01001100	01001100
78	01001101	01001101	01001101
79	01001110	01001110	01001110
80	01001111	01001111	01001111
81	01010000	01010000	01010000
82	01010001	01010001	01010001
83	01010010	01010010	01010010
84	01010011	01010011	01010011
85	01010100	01010100	01010100
86	01010101	01010101	01010101
87	01010110	01010110	01010110
88	01010111	01010111	01010111
89	01011000	01011000	01011000
90	01011001	01011001	01011001
91	01011010	01011010	01011010
92	01011011	01011011	01011011
93	01011100	01011100	01011100
94	01011101	01011101	01011101
95	01011110	01011110	01011110
96	01011111	01011111	01011111
97	01100000	01100000	01100000
98	01100001	01100001	01100001
99	01100010	01100010	01100010
100	01100011	01100011	01100011
101	01100100	01100100	01100100
102	01100101	01100101	01100101
103	01100110	01100110	01100110
104	01100111	01100111	01100111
105	01101000	01101000	01101000
106	01101001	01101001	01101001
107	01101010	01101010	01101010
108	01101011	01101011	01101011
109	01101100	01101100	01101100
110	01101101	01101101	01101101
111	01101110	01101110	01101110
112	01101111	01101111	01101111
113	01110000	01110000	01110000
114	01110001	01110001	01110001
115	01110010	01110010	01110010
116	01110011	01110011	01110011
117	01110100	01110100	01110100
118	01110101	01110101	01110101
119	01110110	01110110	01110110
120	01110111	01110111	01110111
121	01111000	01111000	01111000
122	01111001	01111001	01111001
123	01111010	01111010	01111010
124	01111011	01111011	01111011
125	01111100	01111100	01111100
126	01111101	01111101	01111101
127	01111110	01111110	01111110
128	01111111	01111111	01111111
129	10000000	10000000	10000000
130	10000001	10000001	10000001
131	10000010	10000010	10000010
132	10000011	10000011	10000011
133	10000100	10000100	10000100
134	10000101	10000101	10000101
135	10000110	10000110	10000110
136	10000111	10000111	10000111
137	10001000	10001000	10001000
138	10001001	10001001	10001001
139	10001010	10001010	10001010
140	10001011	10001011	10001011
141	10001100	10001100	10001100
142	10001101	10001101	10001101
143	10001110	10001110	10001110
144	10001111	10001111	10001111
145	10010000	10010000	10010000
146	10010001	10010001	10010001
147	10010010	10010010	10010010
148	10010011	10010011	10010011
149	10010100	10010100	10010100
150	10010101	10010101	10010101
151	10010110	10010110	10010110
152	10010111	10010111	10010111
153	10011000	10011000	10011000
154	10011001	10011001	10011001
155	10011010	10011010	10011010
156	10011011	10011011	10011011
157	10011100	10011100	10011100
158	10011101	10011101	10011101
159	10011110	10011110	10011110
160	10011111	10011111	10011111
161	10100000	10100000	10100000
162	10100001	10100001	10100001
163	10100010	10100010	10100010
164	10100011	10100011	10100011
165	10100100	10100100	10100100
166	10100101	10100101	10100101
167	10100110	10100110	10100110
168	10100111	10100111	10100111
169	10101000	10101000	10101000
170	10101001	10101001	10101001
171	10101010	10101010	10101010
172	10101011	10101011	10101011
173	10101100	10101100	10101100
174	10101101	10101101	10101101
175	10101110	10101110	10101110
176	10101111	10101111	10101111
177	10110000	10110000	10110000
178	10110001	10110001	10110001
179	10110010	10110010	10110010
180	10110011	10110011	10110011
181	10110100	10110100	10110100
182	10110101	10110101	10110101
183	10110110	10110110	10110110
184	10110111	10110111	10110111
185	10111000	10111000	10111000
186	10111001	10111001	10111001
187	10111010	10111010	10111010
188	10111011	10111011	10111011
189	10111100	10111100	10111100
190	10111101	10111101	10111101
191	10111110	10111110	10111110
192	10111111	10111111	10111111
193	11000000	11000000	11000000
194	11000001	11000001	11000001
195	11000010	11000010	11000010
196	11000011	11000011	11000011
197	11000100	11000100	11000100
198	11000101	11000101	11000101
199	11000110	11000110	11000110
200	11000111	11000111	11000111
201	11001000	11001000	11001000
202	11001001	11001001	11001001
203	11001010	11001010	11001010
204	11001011	11001011	11001011
205	11001100	11001100	11001100
206	11001101	11001101	11001101
207	11001110	11001110	11001110
208	11001111	11001111	11001111
209	11010000	11010000	11010000
210	11010001	11010001	11010001
211	11010010	11010010	11010010
212	11010011		

4. *Display on/off control*

D = 1 : layar *on*.

D = 0 : layar *off*.

C = 1 : kursor *on*.

C = 0 : kursor *off*.

B = 1 : kursor berkedip-kedip.

B = 0 : kursor tidak berkedip-kedip.

5. *Cursor display shift*

S/C = 1 : LCD diidentifikasi sebagai layar.

S/C = 0 : LCD diidentifikasi sebagai kursor.

R/L = 1 : menggeser satu spasi ke kanan.

R/L = 0 : menggeser satu spasi ke kiri.

6. *Function set*

DL = 1 : panjang data LCD pada 8 bit (DB7 – DB0).

DL = 0 : panjang data LCD pada 4 bit (DB7 – DB0).

Bit *upper* ditransfer terlebih dahulu kemudian diikuti dengan 4 bit *lower*.

N = 1/0 : LCD menggunakan 2 atau 1 baris karakter.

P = 1/0 : LCD menggunakan 5×10 atau 5×7 dot matrik.

7. *CG RAM address set* : menulis alamat RAM ke karakter.

8. *DD RAM address set* : menulis alamat RAM ke tampilan.

9. *BF / address set* : BF = 1/0, LCD dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk.

4. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
5. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
6. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
7. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
8. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
9. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
10. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
11. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
12. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
13. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
14. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
15. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
16. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
17. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
18. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
19. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$
20. $Y = 100 - 2X_1 + 3X_2 + 4X_3$

10. *Data write to CG RAM or DD RAM*: menulis byte ke alamat terakhir RAM yang dipilih.
11. *Data read from CG RAM or DD RAM*: membaca byte dari alamat terakhir RAM yang dipilih.

Tabel 2.3 Tabel Seleksi Register

RS	R/W	OPERASI
0	0	Seleksi IR. IR Write Display Clear
0	1	Busy Flag (DB 7). @ Counter (DB 0 – DB 7) Read
1	0	Seleksi DR. DR Write
1	1	Seleksi DR. DR Write

Sumber: *Anonymous*, 1998:12

Kontroler dari LCD mempunyai 2 buah register 8-bit yaitu register instruksi (IR) dan register data (DR). IR menyimpan kode instruksi seperti *Display Clear*, *Cursor Shift* dan *Display Data* (DD RAM) serta *Character Generator* (CG RAM). DR dapat menyimpan data sementara untuk ditulis ke DD RAM atau CG RAM ataupun membaca data dari DD RAM atau CG RAM. Ketika data ditulis ke DD RAM atau CG RAM maka data pada DR secara otomatis menulis data ke DD RAM atau CG RAM. Akan tetapi, ketika data pada CG RAM atau DD RAM akan dibaca, alamat data yang diperlukan adalah data yang ditulis pada IR. Data yang dihasilkan akan dimasukkan melalui DR dan mikrokontroler akan membaca data dari DR.

Busy flag menunjukkan bahwa modul siap untuk menerima instruksi selanjutnya. Sebagaimana terlihat dalam Tabel register seleksi sinyal akan melalui DB 7, jika RS = 0 dan R/W = 1. Jika bernilai '1' maka sedang melakukan kerja

001. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

ditulis

002. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

ditulis

Tabel 2.3 Label Bus dan Register

Label	Register
001	001
002	002
003	003
004	004
005	005
006	006
007	007
008	008
009	009
010	010

ditulis

001. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

002. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

003. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

004. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

005. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

006. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

007. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

008. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

009. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

010. A bus is used to connect the CPU to the RAM. The bus is a communication channel that allows the CPU to access data in the RAM.

internal dan instruksi tidak akan dapat diterima, oleh karena itu status dari *flag* harus diperiksa sebelum melaksanakan instruksi selanjutnya.

Address Counter (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 (DD RAM) pada LCD masing-masing *line* mempunyai range alamat tersendiri. Alamat itu diekspresikan dengan bilangan heksadesimal. Untuk *line* 1 alamat berkisar antara 00H – 0FH sedangkan untuk *line* 2 range alamat berkisar antara 40H – 4FH.

Character Generator ROM (CG ROM) mempunyai tipe dot matrik 5 x 7 dan pada LCD telah tersedia ROM sebagai pembangkit karakter dalam kode ASCII. *Character Generator RAM* (CG RAM) dipakai untuk pembuatan karakter tersendiri melalui program.

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

... dan ...

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang perencanaan dan pembuatan alat dari system yang direncanakan. Perencanaan dari system dan pembuatan alat secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 yaitu : perencanaan perangkat keras (*Hardware*) dan perencanaan perangkat lunak (*Software*).

3.1.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem

Perencanaan suatu alat akan lebih efisien jika sebelum merencanakannya didahului dengan merencanakan diagram blok yang menggambarkan prinsip kerja rangkaian yang akan direncanakan secara keseluruhan. Secara garis besar prinsip kerja Sistem Pendeteksi Kualitas dan Berat Telur Ayam pada Konveyor ini menggunakan Mikrokontroller Renesas R8C/Tiny yang digambarkan pada diagram blok berikut ini :

TALIP NATAIOTIAY TALI NATAIOTIAY

1.1.1. *... ..*

... ..

... ..

... ..

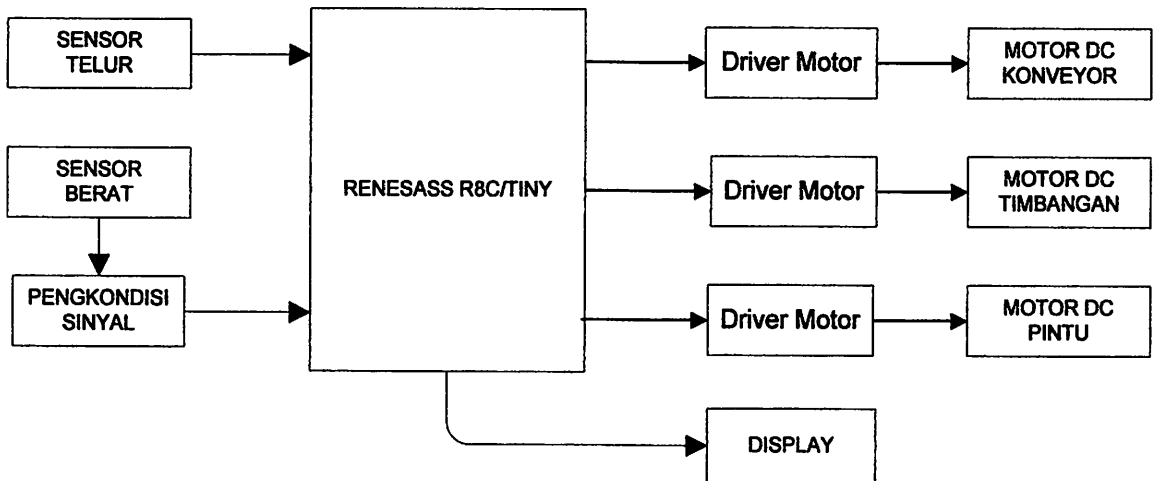
1.1.2. *... ..*

... ..

... ..

... ..

... ..



Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Hardware

Keterangan fungsi dari masing – masing blok diagram diatas sebagai berikut :

- **Sensor Telur Menggunakan :**

- **Sensor Cahaya (LDR)**

Detektor ini berfungsi untuk mengkonversikan intensitas cahaya menjadi level tegangan.

- **Sensor Berat (FlexiForce)**

Berfungsi untuk memisah antara bobot telur yang standar atau lebih dengan yang kurang dari ukuran standar.

- **Sensor Penghitung (Photo Sensor)**

Berfungsai untuk menghitung jumlah telur yang busuk, kecil, dan standar yang akan ditampilkan pada LCD.

- **Rangkaian Pengkondisi Sinyal**

Rangkaian ini berfungsi untuk mengubah resistansi menjadi tegangan.

1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

1.000000 1.000000 1.000000 1.000000

- **Mikrokontroler Renesas R8C/Tiny**

Mikrontrroller Renesas R8C/Tiny ini bertugas mengontrol semua system.

- **Display**

LCD berfungsi untuk menampilkan nilai ADC dari sensor.

- **Driver Motor DC**

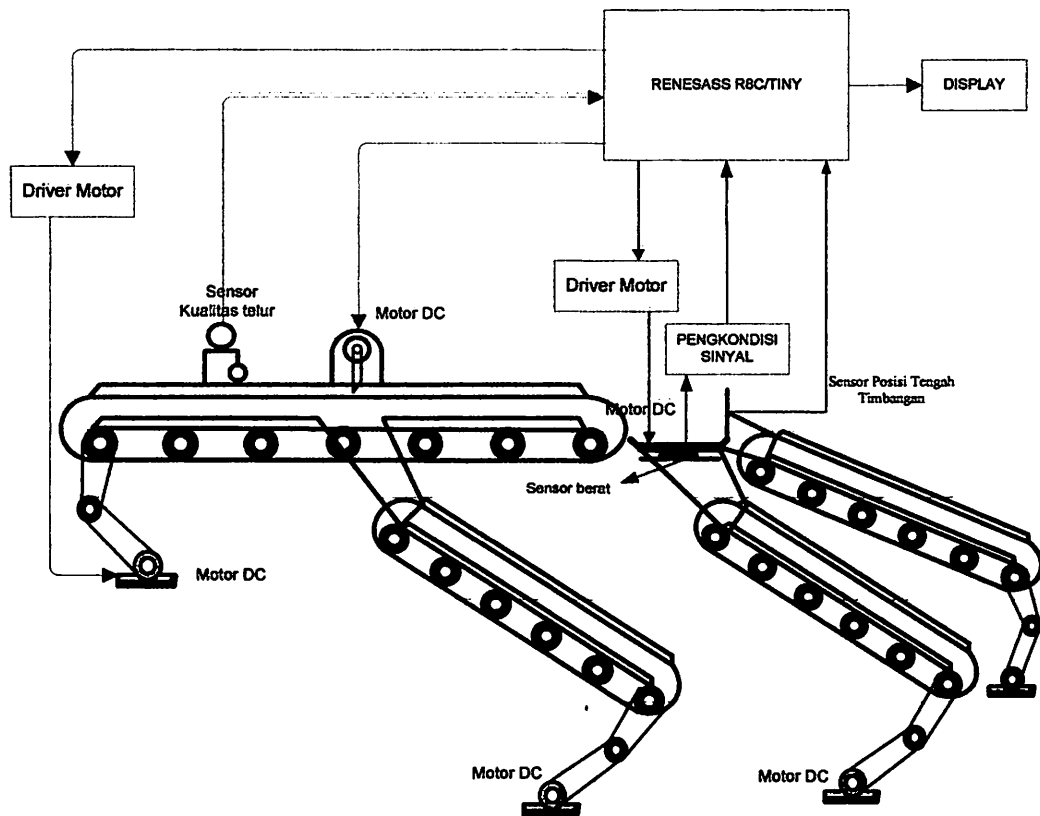
Berfungsi untuk mengontrol motor DC.

- **Motor DC**

Berfungsi untuk menggerakkan konveyor, pintu pemindah telur dan timbangan.

3.2 Cara Kerja Alat

Seperti terlihat pada blok diagram diatas prinsip kerja dari alat ini pada saat photo sensor mendeteksi ada suatu benda yang menghalangi maka konveyor utama akan berhenti setengah detik yang bertujuan memberi waktu sensor LDR mendeteksi telur tersebut. Jika kualitas telur jelek maka pintu akan menutup dan telur akan berpindah kekonveyor 2 dan dihitung jumlah yang jelek, jika kualitas telur baik maka akan menuju sensor berat. Jika berat telur standar (± 56.7 gram) atau lebih maka motor DC pada timbangan akan memutar timbangan ke kiri dan telur akan pindah kekonveyor 3, jika kurang dari standar maka motor DC akan memutar timbangan kekanan dan telur akan pindah ke konveyor 4.

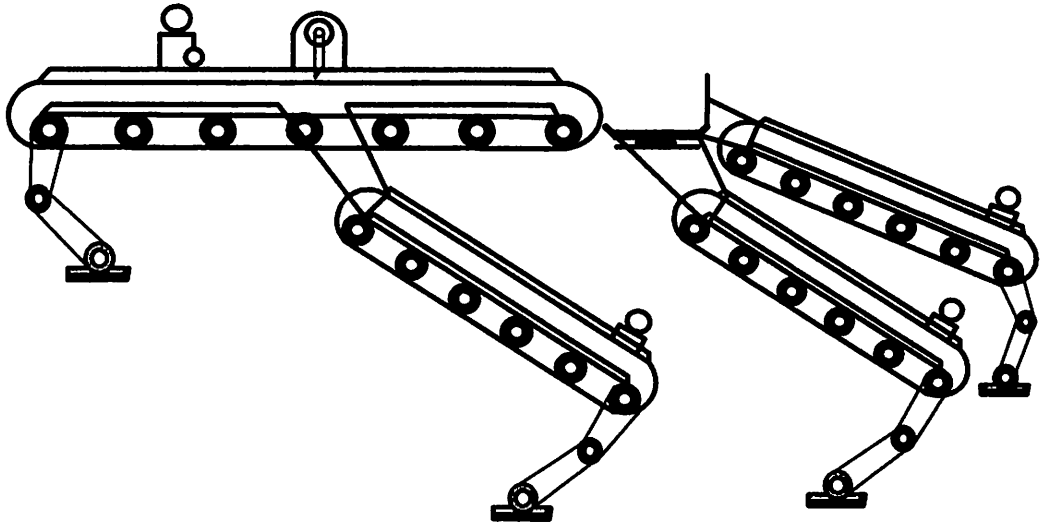


Gambar 3.2 Gambar Desain Konveyor Keseluruhan

3.3 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

3.3.1 Ukuran Mekanik

Untuk mendapatkan kerja yang optimal, ukuran – ukuran mekanik juga sangat diperlukan dan diperhatikan agar pada saat alat bekerja atau beroperasi tidak terjadi kekeliruan. Adapun bentuk mekanik tersebut seperti yang bisa kita lihat pada beberapa gambar berikut :



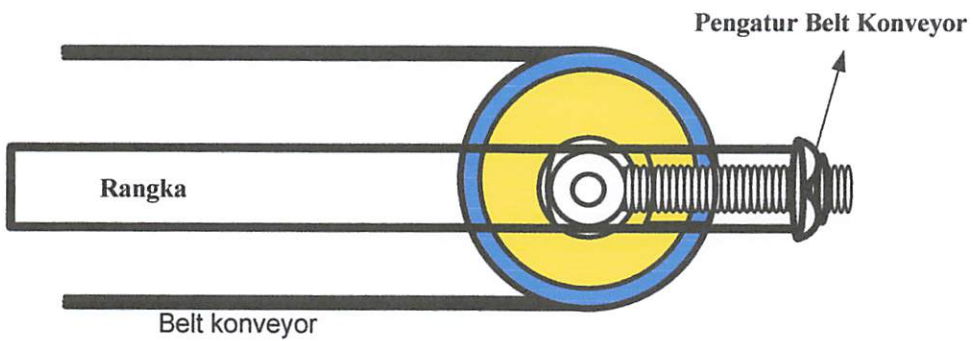
Gambar 3.3 Gambar Desain Konveyor

Spesifikasi Konveyor :

- Panjang konveyor utama : 150 cm.
- Panjang konveyor kedua : 100 cm.
- Panjang konveyor ketiga : 60 cm.
- Panjang konveyor keempat : 60 cm.
- Lebar konveyor keseluruhan : 12 cm dari pembatas.
- Tinggi konveyor utama : 70 cm.
- Tinggi konveyor kedua : 60 cm.
- Tinggi konveyor ketiga dan keempat : 60 cm.
- Belt warna hitam

3.3.2 Cara Menentukan Besarnya Torsi Motor Untuk Menggerakkan Belt (σ_1)

Torsi yaitu gaya gerak mekanis yang terjadi pada suatu roda. Untuk menentukan besarnya torsi dapat dihitung dengan cara membandingkan jumlah putaran (n) dengan torsi (σ) itu sendiri, seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.4 Menentukan Torsi Motor

Menentukan torsi motor adalah :

$$P = V \times I \qquad T = \frac{P}{\omega}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\begin{aligned} P &= 12 \text{ Volt} \times 0,64 \text{ A} \\ &= 7,68 \text{ Watt} \end{aligned}$$

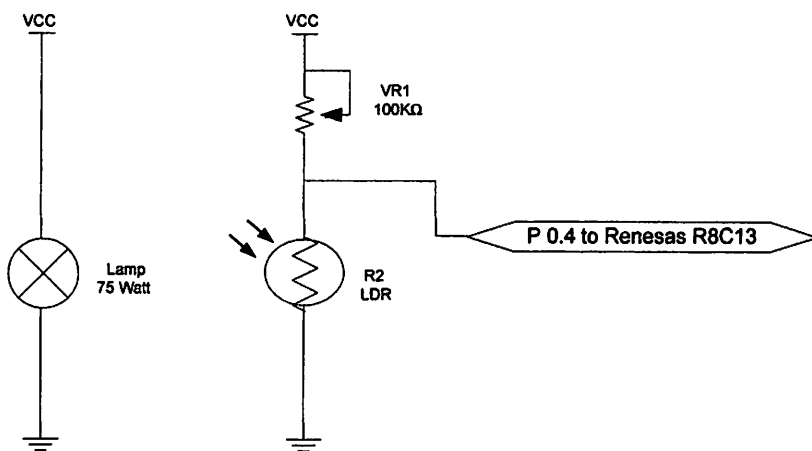
$$\begin{aligned} T &= \frac{7,68 \text{ Watt}}{314} \\ &= 0.024 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3.3.3 Sensor Kualitas Telur (LDR)

Rangkaian *sensor* pada perancangan ini adalah *rangkaian pembagi tegangan*. Range inrensitas cahaya *minimum* dan *maximum* berpengaruh pada LDR, yaitu pada kondisi gelap (*minimum*) = 1264K Ω dan kondisi terang (*maximum*) = 151,4 Ω . pad rangkaian sensor ini digunakan Vr sebagai tahanan input 1 (VR1). Fungsi Vr adalah untuk membatasi *subrange* nilai output tegangan yaitu 0 Volt – 4,5 Volt. Sensor LDR difungsikan sebagai tahanan input 2 (R2) bagi rangkaian sensor dengan tegangan konstan 4,5 Volt.

Perubahan intensitas cahaya luar akan mengakibatkan perubahan intensitas LDR. Nilai tegangan output rangkaian sensor digunakan level maximum 4,5 Volt. Untuk dapat memperoleh batasan *range* nilai tegangan 5 Volt digunakan Vr =100K Ω .

Gambar dari rangkaian adalah :



Gambar 3.5 Sensor LDR dan Lampu pijar

Apabila tegangan dari sumber 4,5 Volt dan nilai tahanan input 1 (VR1) diset pada nilai 7,25K Ω , kemudian tahanan input 2 (R2) yang bergantung pada besarnya

intensitas cahaya sekitar mempunyai suatu nilai, misal $R_2 = 225K\Omega$ maka nilai V_{LDR} dapat ditentukan dengan :

Tegangan sumber $V_{cc} = 4,5$ Volt.

$$V_{LDR} = V_s \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 4,5 \text{ Volt} \times \frac{225K\Omega}{7,25K\Omega + 225K\Omega}$$
$$= 4,35 \text{ Volt}$$

Untuk kondisi terang didapat nilai resistansi LDR = $151,4 \Omega$ maka dapat diperoleh nilai V_{LDR} adalah :

$$V_{LDR} = V_s \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 4,5 \text{ Volt} \times \frac{0,1514K\Omega}{7,25K\Omega + 0,1514K\Omega}$$
$$= 0,092 \text{ Volt} = 92 \text{ mV}$$

Untuk kondisi gelap didapat nilai resistansi LDR = $1264 K\Omega$ maka dapat diperoleh nilai V_{LDR} adalah :

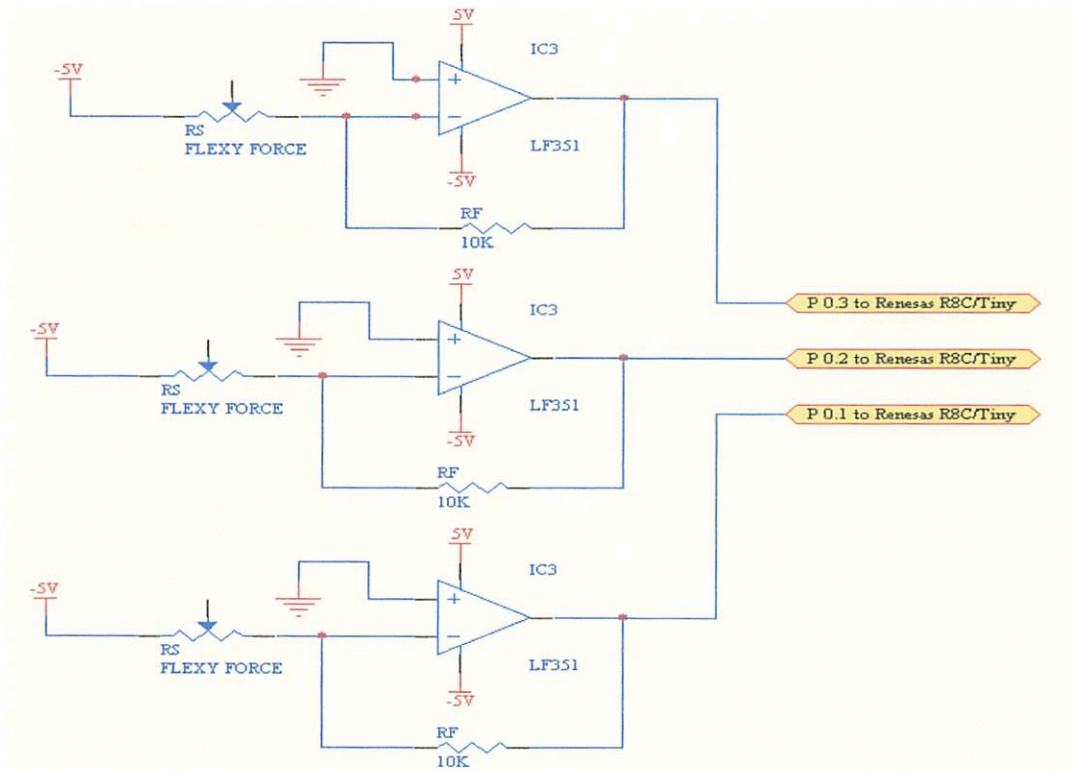
$$V_{LDR} = V_s \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 4,5 \text{ Volt} \times \frac{1264K\Omega}{7,25K\Omega + 1264K\Omega}$$
$$= 4,47 \text{ Volt}$$

Dengan demikian *range tegangan output rangkaian sensor* berada pada nilai $0,092 \text{ Volt} - 4,47 \text{ Volt}$.

3.3.4 Sensor Berat (Flexi Force)

Untuk sensor berat yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah Flexi Force berjumlah 3 buah yang bila mana sensor tertekan maka akan

mengurangi nilai resistansinya. Adapun pin Flexi Force yang terhubung dengan mikrokontroller adalah :



Gambar 3.6 Rangkaian Flexi Force

Spesifikasi dari sensor ini :

Ketebalan : 0.005" (0.127 mm)

Panjang : 8.000" (203 mm)

Lebar : 0.55" (14 mm)

Diameter area sensor : 0.375" (9.53 mm)

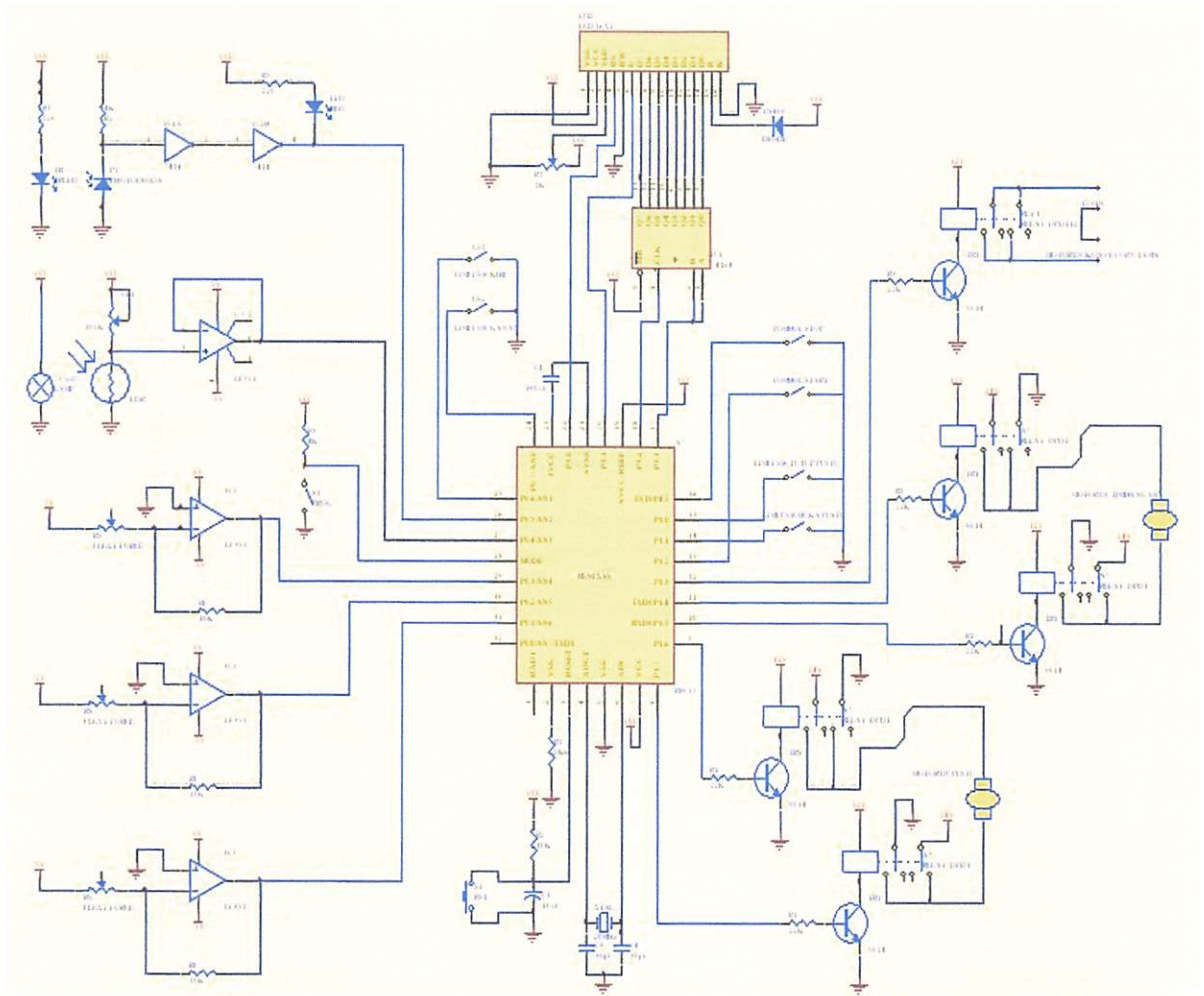
Resistansi tanpa beban : $\pm 20 \text{ M}\Omega$

Resistansi beban penuh : $\geq 20 \text{ k}\Omega$

Beban maksimal : 1 Lbs

3.3.5 Mikrokontroller Renesas R8C13/ TINY

Mikrokontroller Renesas R8C13/ TINY adalah suatu chip IC yang terdiri dari 32 pin, dalam perancangan alat ini pin-pin yang digunakan dapat dilihat dalam gambar dan dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 3.7 Port pada MCU Renesas R8C13/Tiny yang dipakai pada sistem.

(Sumber: Perancangan Alat)

Fungsi port pada MCU yang digunakan pada alat adalah sebagai berikut :

❖ Port 0 memiliki fungsi sebagai berikut :

- Port 0.0 digunakan untuk mengisi program pada mikrokontroller Renesas R8C/Tiny.
- Port 0.1 digunakan sebagai input dari sensor Flexi Force 1 dengan mikrokontroller Renesas R8C/Tiny.
- Port 0.2 digunakan sebagai input dari sensor Flexi Force 2 dengan mikrokontroller Renesas R8C/Tiny.
- Port 0.3 digunakan sebagai input dari sensor Flexi Force 3 dengan mikrokontroller Renesas R8C/Tiny.
- Port 0.4 digunakan sebagai input dari sensor LDR yang berfungsi sebagai sensor kualitas telur.
- Port 0.5 digunakan sebagai inputan dari sensor photodiode untuk memposisikan timbangan pada tengah.
- Port 0.6 digunakan sebagai input dari limit switch bilaimbangan yang bergerak ke *kiri* menyentuk limit switch.
- Port 0.7 digunakan sebagai input dari limit switch bilaimbangan yang bergerak ke *kanan* menyentuk limit switch.

❖ Port 1 memiliki fungsi sebagai berikut :

- Port 1.0 digunakan sebagai input dari limit switch bila pintu *tertutup*.
- Port 1.1 digunakan sebagai input dari limit switch bila pintu *terbuka*.
- Port 1.2 digunakan sebagai tombol *start* sistem.

- Port 1.3 digunakan sebagai outputan untuk menjalankan motor DC konveyor utama.
 - Port 1.4 dan port 1.5 digunakan sebagai outputan untuk menjalankan motor DC yang berfungsi menggerakkan timbangan.
 - Port 1.6 dan port 1.7 digunakan sebagai outputan motor DC untuk menjalankan pintu setelah mikrokontroller Renesas R8C/Tiny menerima inputan dari sensor kualitas telur.
- ❖ Port 3 memiliki fungsi sebagai berikut :
- Port 3.0 digunakan sebagai output *instruksi* dari Mikrokontroller Renesas R8C13/Tiny ke pin 4 (R/S) pada LCD.
 - Port 3.1 digunakan sebagai output *instruksi* dari Mikrokontroller Renesas R8C13/Tiny ke pin 6 (E) pada LCD.
 - Port 3.2 digunakan sebagai output *data* dari Mikrokontroller Renesas R8C13/Tiny ke pin 8 (CLK) pada IC 74164.
 - Port 3.3 digunakan sebagai output *data* dari Mikrokontroller Renesas R8C13/Tiny ke pin 2 (B) dan 1 (A) pada IC 74164.
- ❖ Port 4 memiliki fungsi sebagai berikut :
- Port 4.5 digunakan sebagai tombol *stop* sistem.

3.3.5.1. Rangkaian Reset

Untuk me-*reset* mikrokontroler Renesas R8C13/Tiny, maka pin RST diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal *reset* kapasitor dihubungkan dengan V_{CC} dan sebuah resistor yang dihubungkan ke *ground*.

Karena kristal yang digunakan mempunyai frekuensi sebesar 20 MHz, maka satu periode dapat dihitung dari persamaan :

$$T = \frac{1}{f_{XTAL}} = \frac{1}{20MHz} s = 5 \times 10^{-8} s$$

Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk *mereset* mikrokontroler dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$t_{reset(min)} = T \times \text{periode yang dibutuhkan}$$

Jadi mikrokontroler membutuhkan waktu minimal 1.2 μs untuk *mereset*.

Waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C. Dari

Persamaan dengan menentukan nilai R = 10 k Ω , dan C = 10 μF , maka:

$$f_o = \frac{1}{1,1.R.C}$$

$$f_o = \frac{1}{1,1.10.10^3.10.10^{-6}}$$

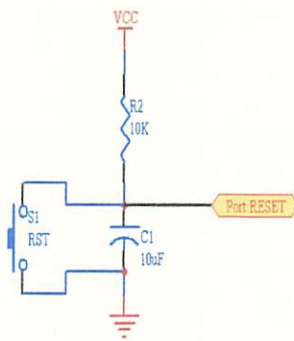
$$f_o = 9,09 \text{ Hz}$$

Maka periode clock : $T = \frac{1}{f}$

$$T = \frac{1}{90,9}$$

$$T = 0,11 \text{ detik}$$

Rangkaian reset ditunjukkan dalam gambar di bawah ini :



Gambar 3.8 Perencanaan Rangkaian Reset.

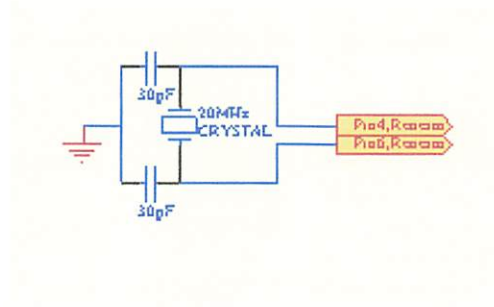
(Sumber: Perancangan Alat)

3.3.5.2. Rangkaian Clock

Kecepatan proses yang diperlukan oleh mikrokontroler Renesas R8C13/Tiny ditentukan oleh sumber *clock* yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Mikrokontroler Renesas R8C13/Tiny memiliki internal *clock* generator yang berfungsi sebagai sumber *clock* yang diperlukan. Untuk kristal *clock* dipasang Kristal dan resonator keramik yang berfungsi sebagai pembangkit *clock* osilator yang ada pada mikrokontroler.

Rangkaian ini terdiri dari dua buah kapasitor dan sebuah kristal. Untuk mengendalikan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan Kristal pada pin 4 (P4.7/X_{out}) dan pin 6 (P4.6/X_{in}) serta dua buah kapasitor ke *ground*.

Dalam minimum kristal ini, menggunakan kristal 20 Mhz dan $C_1 = C_2$ yaitu sebesar 30 pF. Dengan rangkaian sebagai berikut :



Gambar 3.9 Perencanaan Rangkaian *Clock*.

(Sumber: Perancangan Alat)

Dengan menggunakan nilai kristal dan kapasitor di atas maka dapat dihitung waktu yang diperlukan untuk 1 siklus mesin yaitu :

Diketahui : $F = 20 \text{ MHz}$

$$T = \frac{1}{f}$$

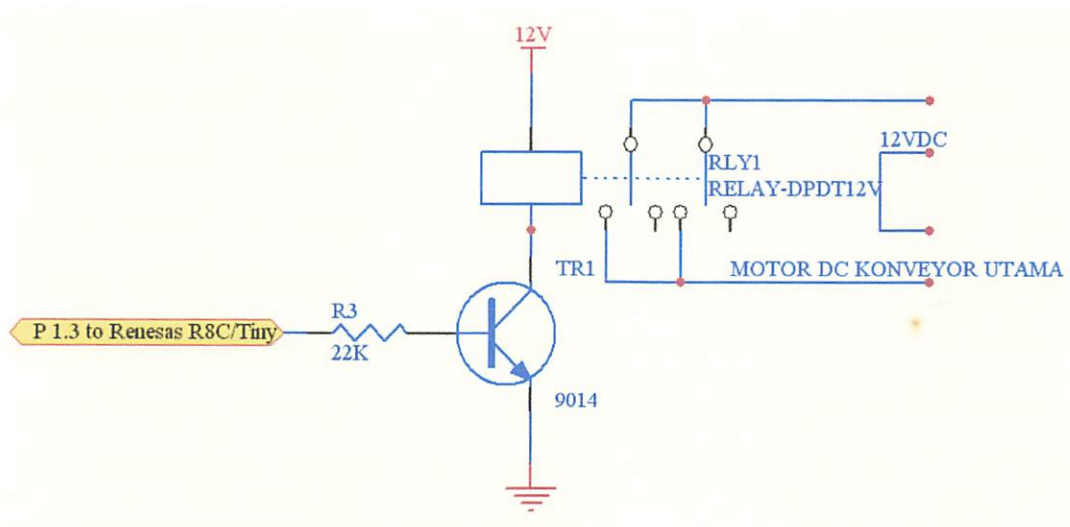
Maka $T = \frac{1}{20 \text{ MHz}} = \frac{1}{20} \mu\text{s}$

Maka untuk 1 siklus mesin dari mikrokontroller Renesas R8C13/Tiny adalah sebesar :

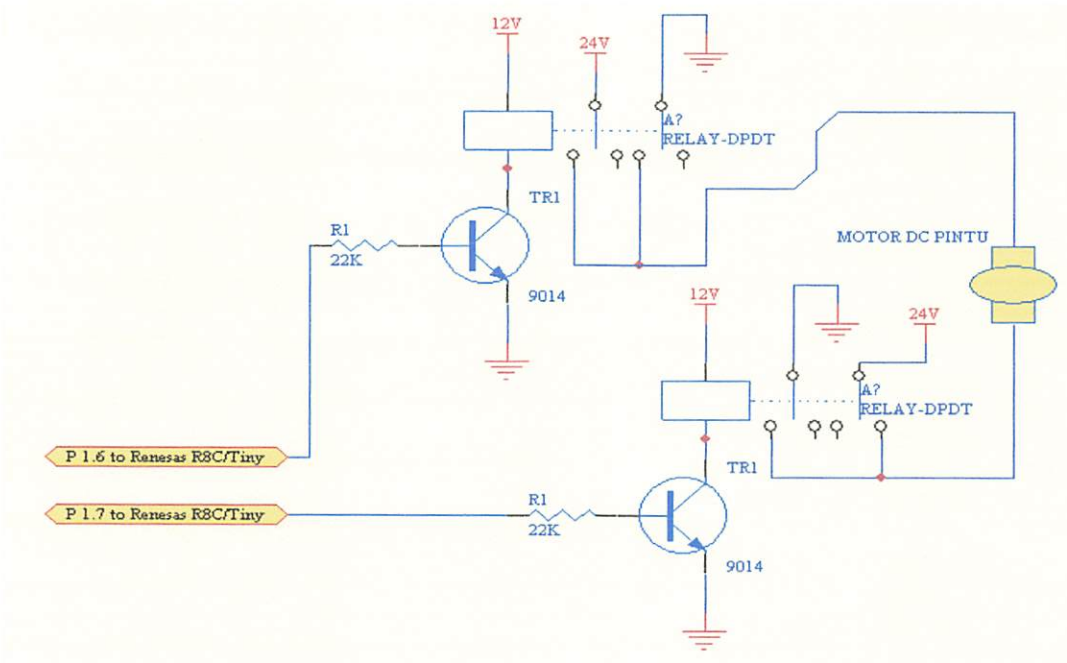
$$\begin{aligned} T_m &= 12 \times T \\ &= 12 \times \frac{1}{20} \mu\text{s} \\ &= 0,6 \mu\text{s} \end{aligned}$$

3.3.6 Rangkaian Driver Motor DC

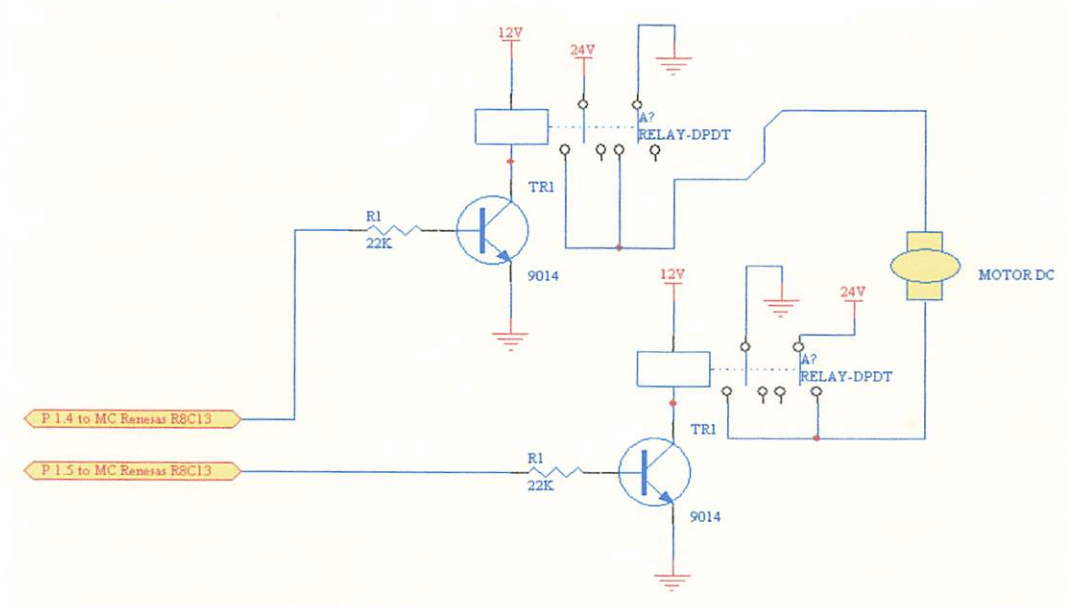
Pada skripsi ini digunakan motor DC digunakan sebagai penggerak konveyor, pintu dan timbangan. Pada perancangan ini motor DC terhubung dengan rangkaian driver motor DC sebagai penggerak relay yang terdiri dari transistor NPN KTC9014 yang difungsikan sebagai transistor *switching*, dan relay yang Motor. Rangkaian *driver* ditunjukkan dalam Gambar 3.10



Gambar 3.10 Rangkaian driver Motor DC pada konveyor



Gambar 3.11 Rangkaian Motor DC pada pintu



Gambar 3.12 Gambar Rangkaian Motor DC pada timbangan

Rangkaian *driver* berfungsi untuk menggerakkan relay yang terhubung dengan Motor. Tegangan keluaran dari mikrokontroler dihubungkan dengan *driver* Motor sehingga Motor akan berputar. Perhitungan dari rangkaian *driver* motor pada Gambar 3.10, 3.11, 3.12 terlebih dahulu harus dicari nilai *Rb*. Data yang diperlukan untuk mencari besar resistansi *Rb* adalah sebagai berikut:

Data transistor KTC9014 yang diperoleh dari *datasheet* (KEC, 1994) adalah :

- Besar pengukuran tahanan dalam relay ($R_{\text{relay}} = R_c$) = 800Ω .
- V_{ce} saturasi = 0,25 volt.
- H_{fe} minimum = 60.
- H_{fe} maximum = 1000.
- V_{be} = 0,7 volt.

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

$$I_{\text{relai}} = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{R_{\text{relai}}}$$

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

$$= 14.68 \text{ mA}$$

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

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

$$I_B = \frac{14,68mA}{60}$$
$$= 0,245 \text{ mA}$$

Jika V_{bb} adalah tegangan keluaran dari mikrokontroler saat logika tinggi yaitu sebesar 5,5V dan $V_{be} = 0,7 \text{ V}$ maka besar resistansi R_b adalah :

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

$$R_B = \frac{5,5v - 0,7v}{0,245mA}$$
$$= 19,592K \Omega \cong 22K \Omega$$

Dengan resistansi R_B sebesar $22K \Omega$, arus I_B menjadi 0,25 mA sehingga telah diperoleh arus I_B yang dibutuhkan.

3.3.7 Rangkaian Sensor Infra Red

Sensor pendeteksian ini terdiri dari *Infra Red* dan *Photodiode*. Rangkaian sensor ini digunakan untuk menghentikan timbangan pada posisi tengah.

3.3.7.1. Infra Red

Led infra Red merupakan dioda yang mampu memancarkan cahaya *infra* merah. Berdasarkan data yang diperoleh dari *databook* terdapat penurunan tegangan LED IR (V_f) = 1,2 volt, arus forward (I_f) = 20mA, dan Vcc yang digunakan ialah 5 volt, maka R_{LIR} dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} R_{LIR} &= \frac{(V_{cc} - V_f)}{I_f} \\ &= \frac{(5 - 1,2)}{20 \cdot 10^{-3}} = 190\Omega = 220\Omega \end{aligned}$$

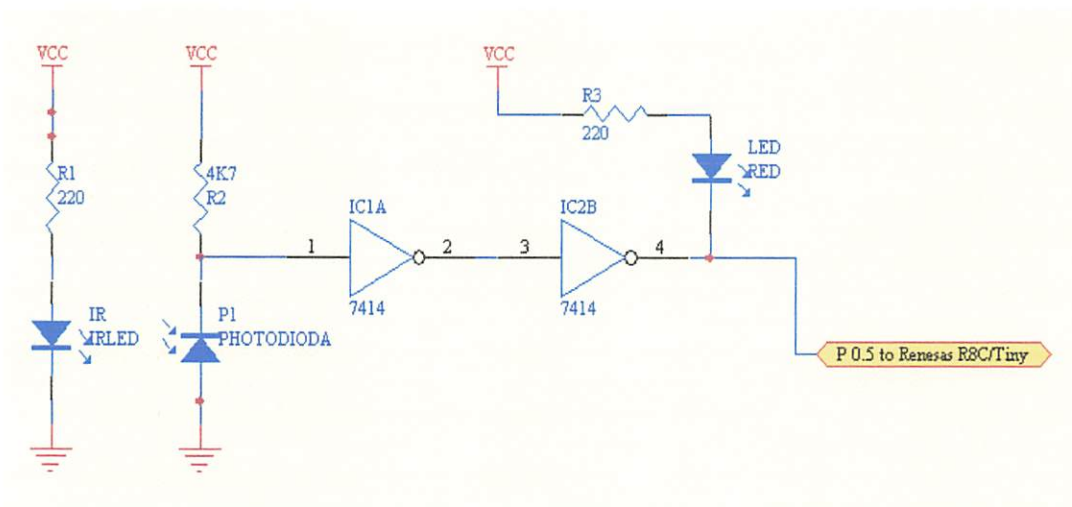
3.3.7.2. Photodiode

Pada saat menerima sinar *infra* merah dari pemancar, photodiode akan mempunyai resistansi yang rendah dan arus yang besar, sehingga tegangan output (V_{out}) pada katoda terhadap ground bernilai nol, sebaliknya apabila *photodiode* tidak menerima sinar infra merah, maka *photodiode* seperti dioda yang dibias mundur dan *photodiode* seperti dalam keadaan terbuka (*reverse*).

Berdasarkan data yang diperoleh dari *databook*, arus *reverse* pada saat ada cahaya yang mengenai *photodiode* (I_R) = $100\mu\text{A}$ dengan V_{cc} yang digunakan adalah 5 volt, maka nilai R_{LPD} dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 R_{LPD} &= \frac{(V_{cc} - V_D)}{I_L} \\
 &= (5 - 0,7)/1 \times 10^{-6} \\
 &= 43000 \Omega = 43\text{k}\Omega \approx 47\text{k}\Omega
 \end{aligned}$$

Rangkaian detektor *infra* merah dan *photodiode* ditunjukkan dalam gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13 Rangkaian sensor Infra Red

Prinsip kerja dari rangkain infra merah adalah bila *photodiode* terhalang maka tahanan/resistansi dari phodiode akan bertambah besar dan arus yang dihasilkan adalah kecil sehingga tegangan output pada *photodiode* (pada katoda) ialah 5 volt.

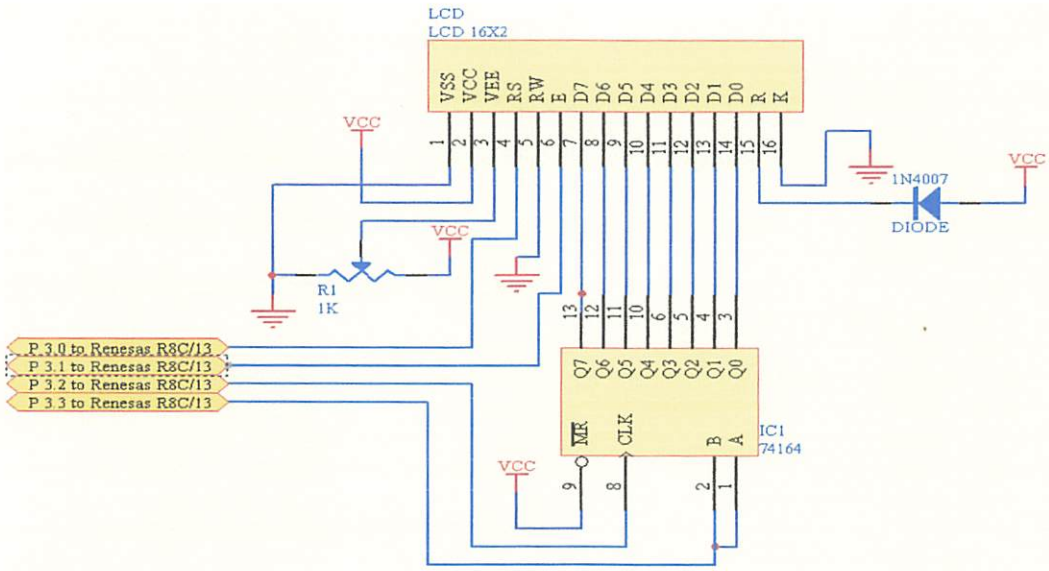
Apabila *photodiode* tidak terhalang sehingga sinar *infra* merah mengenai *photodiode*, maka tahanan/resistansi *photodiode* semakin kecil, dan arus yang dihasilkan semakin besar mengakibatkan tegangan output pada *photodiode* (pada katoda) ialah 0 volt.

Jarak maksimal sinar *infra* merah dapat diterima oleh *photodiode* adalah \pm 21cm. Pada pembuatan dan perancangan sensor ini alat jarak detektor *infra* merah dan *photodiode* dibuat sekitar 1cm. Jadi dapat dikatakan jarak ini sudah dalam lingkup kerja dari detektor *infra* merah dan *photodiode*.

3.3.8 Liquid Cristal Display (LCD)

Pada perancangan ini digunakan LCD *dot matrik* 2 x 16 karakter yaitu M1632. Sinyal – sinyal yang diperlukan oleh LCD adalah RS dan *Enable*, sinyal RS dan *enable* digunakan sebagai inputan yang outputnya dipakai untuk mengaktifkan LCD. LCD akan aktif apabila mikrikontroller memberikan instruksi tulis pada LCD. Saat kondisi RS 0 dan *enable* 0 maka kondisi LCD tetap pada kondisi semula, pengiriman data ke LCD dilakukan saat RS berlogika 0 dan *enable* berlogika 1. Instruksi dikirim pada LCD apabila RS 1 dan *Enable* 1. Pin LCD ini untuk data terkoneksi pada *Port* 3.3 mikrikontroller Renesas R8C/13.

Kemudian untuk RS dihubungkan dengan *Port* 3.0, tulis/ baca (Read Write) diberi logika *low* karena disini LCD bersifat menulis data, dan yang terakhir *Enable* (E) dihubungkan dengan *Port* 3.1. Gambar rangkaian LCD ditunjukkan pada gambar dibawah ini :

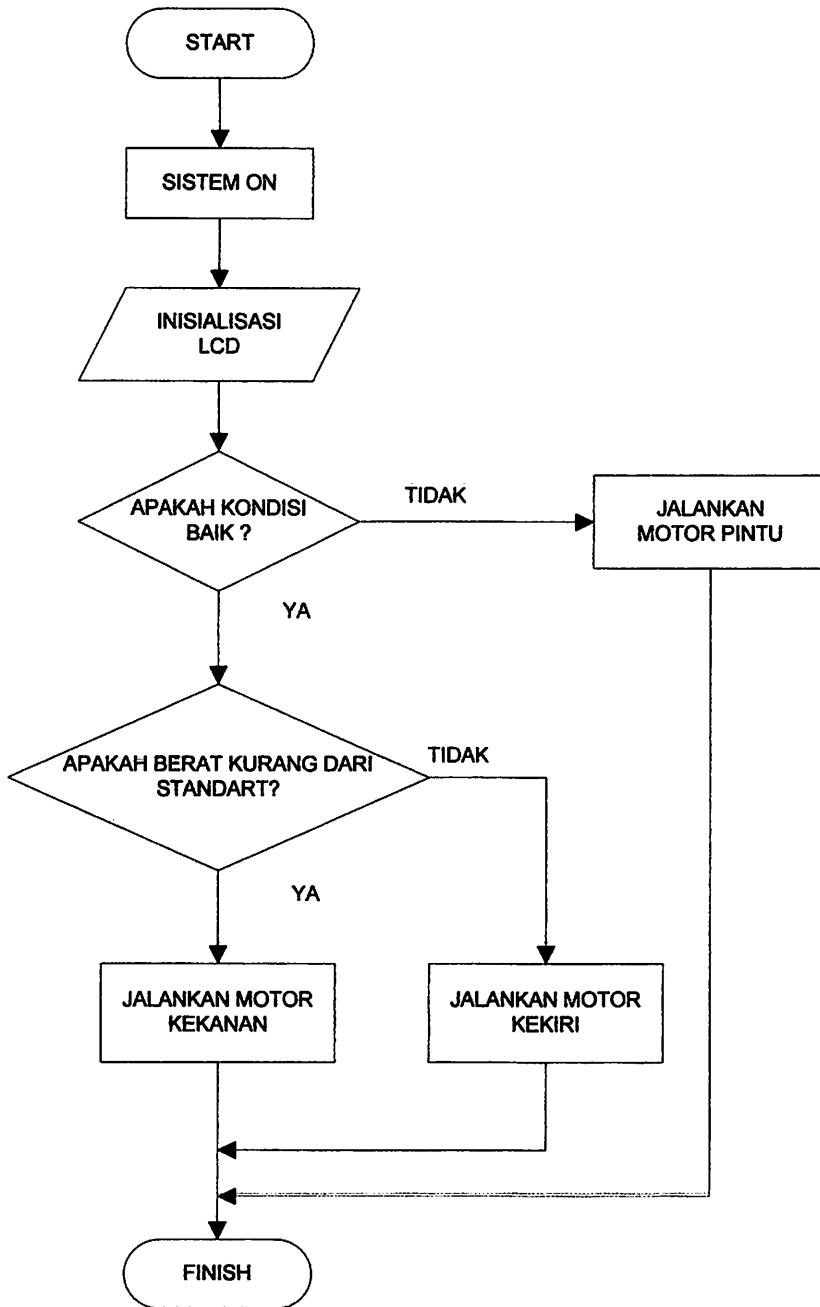


Gambar 3.14 Perancangan Rangkaian LCD

3.4 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Setelah semua perangkat keras telah selesai dikerjakan, tahap selanjutnya merancang perangkat lunak (Software). Pada perangkat lunak ini kita dapat menentukan bagaimana sistem rangkaian ini yang akan bekerja. Sistematis jalannya program yang dibuat didasarkan pada sistem *hardware* yang telah dirancang. Pembuatan *software* hanya dilakukan pada mikrokontroler menggunakan bahasa C.

3.4.1 Diagram Alir (*Flow Chart*)



Gambar 3.15 Flow chart sistem

BAB IV

PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA

4.1 Pendahuluan

Dalam bab ini membahas tentang pengujian dan pengukuran dari peralatan yang dibuat. Secara umum pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah piranti yang telah direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan perencanaan yang telah direncanakan.

4.2 Pengujian Sensor LDR

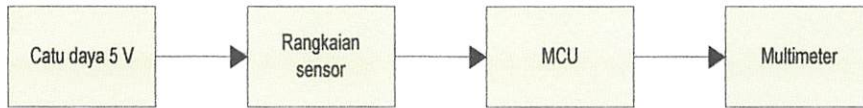
4.2.1 Tujuan

Tujuan pengujian Sensor LDR untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja sesuai

4.2.2 Peralatan yang digunakan

1. Catu daya 5 V.
2. Rangkaian sensor.
3. Minimum system mikrokontroller
4. Multimeter digital.

4.2.3 Prosedur Pengujian

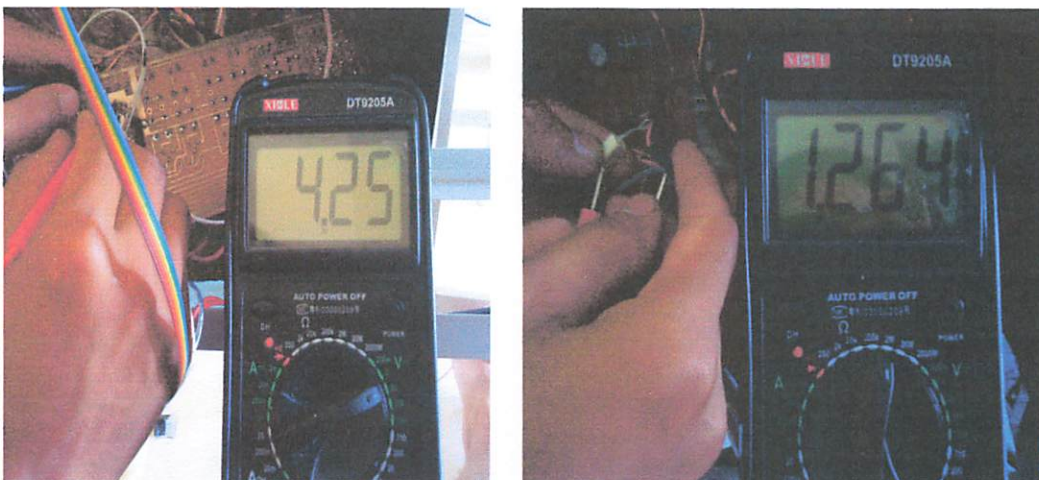


Gambar 4.1 Diagram blok pengujian sensor LDR

1. Rangkaian dibuat sesuai dengan gambar 4.1.
2. Memasangkan suplai tegangan 5 VDC pada rangkaian.
3. Mengukur tegangan keluaran pada LDR saat tidak ada cahaya dan ada cahaya.
4. Mengukur tegangan keluaran pada LDR saat terhalang telur kualitas baik dan terhalang telur kualitas jelek.

4.2.4 Hasil Pengujian

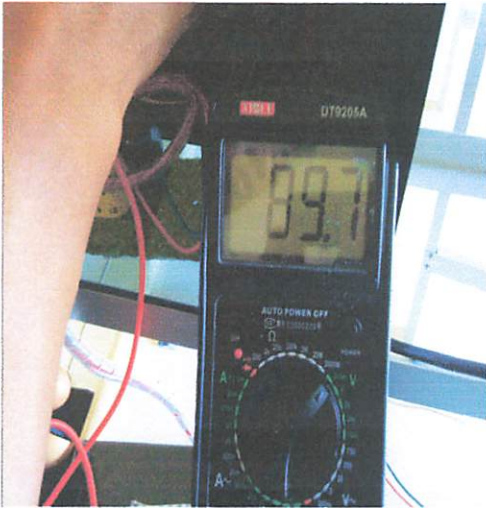
Hasil Pengujian Sensor *LDR* ditunjukkan dalam gambar 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 dan 4.9 dibawah ini :



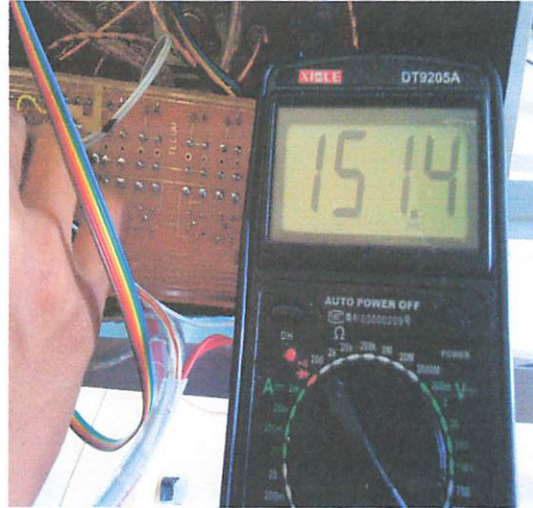
(a)

(b)

Gambar 4.2 Pengujian V_{out} (a) & Resistansi (b) sensor LDR tanpa cahaya



(a)



(b)

Gambar 4.3 Pengujian Vout (a) & Resistansi (b) sensor LDR ada cahaya

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian Sensor LDR :

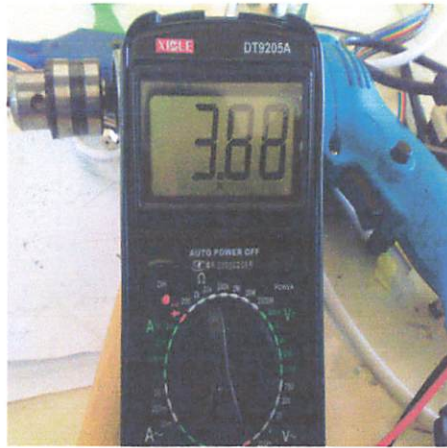
Tabel 4.1

Hasil Pengujian Sensor LDR

Sensor LDR	Resistansi (Ω)	Vout (Volt)		Error (%)
		Pengukuran	Perhitungan	
Tanpa Cahaya	1264 K	4,25 V	4,47 Volt	5,17
Ada Cahaya	151,4	89,7 mV	92 mV	2,56

$$\text{Error \%} = \frac{V_{\text{Perhitungan}} - V_{\text{Pengukuran}}}{V_{\text{Pengukuran}}} \times 100\%$$

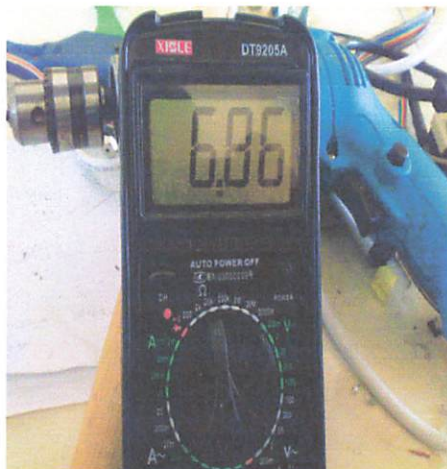
Pengujian Telur dapat dilihat pada gambar dibawah ini yaitu :



Gambar 4.4 Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 1



Gambar 4.5 Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 2



Gambar 4.6 Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 3



Gambar 4.7 Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 4



Gambar 4.8 Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 5



Gambar 4.9 Pengujian Resistansi sensor LDR terhalang telur 6

Tabel 4.2

Pengujian Sensor LDR dengan telur seperti pada gambar dibawah ini :

Sampel	Resistansi (Ω)	Kondisi
Telur 1	3,88 K	Baik
Telur 2	5,50 K	Baik
Telur 3	6,86 K	Baik
Telur 4	71,3 K	Jelek
Telur 5	274 K	Jelek
Telur 6	251 K	Jelek

4.3 Pengujian Sensor berat

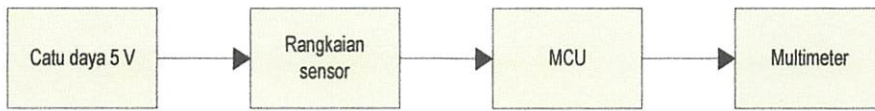
4.3.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah sensor berat dapat bekerja sesuai rancangan.

4.3.2 Peralatan yang digunakan

1. Catu daya 5 V.
2. Rangkaian sensor.
3. Minimum system mikrokontroller
4. Multimeter digital.

4.3.3 Prosedur Pengujian



Gambar 4.10 Diagram blok pengujian sensor berat

1. Rangkaian dibuat sesuai dengan gambar 4.10.
2. Memasangkan suplai tegangan 5 VDC pada rangkaian.
3. Mengukur tegangan keluaran pada Sensor berat ketika beban kosong.
4. Mengukur tegangan keluaran pada Sensor berat ketika beban standart (56.7 gram).
5. Mengukur tegangan keluaran pada Sensor berat ketika beban kurang dari bobot standart telur.
6. Mengukur tegangan keluaran pada Sensor berat ketika beban lebih dari bobot standart telur.

4.3.4 Hasil Pengujian

Hasil Pengujian sensor *berat* ditunjukkan dalam gambar 4.11, 4.12, 4.13 dan 4.14 dibawah ini :



(a)

(b)

Gambar 4.11 Pengujian Vout(a) & Resistansi(b) sensor berat tanpa beban



(a)



(b)

Gambar 4.12 Pengujian V_{out} (a) & Resistansi(b) sensor berat beban *standart* (56.7 gram)



(a)



(b)

Gambar 4.13 Pengujian V_{out} (a) & Resistansi(b) sensor berat beban *Kurang*



(a)



(b)

Gambar 4.14 Pengujian Vout(a) & Resistansi(b) sensor berat beban *lebih*

Tabel 4.3

Hasil Pengujian sensor berat

Sensor Berat	Vout (volt)	Resistansi (Ω)
Beban Kosong	0.06	813K
Beban Standart Telur	0,31	594K
Beban Kurang	0,28	659K
Beban Lebih	0,59	318K

4.4 Pengujian Motor DC

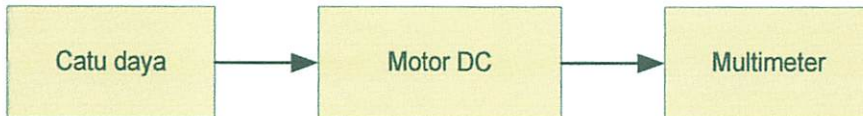
4.4.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah motor DC dapat bekerja sesuai rancangan.

4.4.2 Peralatan yang digunakan

1. Catu daya 12 V.
2. Motor DC.
3. Multimeter digital.

4.4.3 Prosedur Pengujian



Gambar 4.15 Diagram blok pengujian Motor DC

1. Rangkaian dibuat sesuai dengan gambar 4.15.
2. Memasangkan suplai tegangan 12 VDC pada rangkaian.
3. Mengukur arus pada Motor DC.

4.4.4 Hasil Pengujian

Hasil Pengujian Motor DC ditunjukkan dalam gambar 4.16, 4.17, dan 4.18 dibawah ini :



Gambar 4.16 Gambar arus motor DC pada *konveyor*



Gambar 4.17 Gambar arus motor DC pada *pintu*



Gambar 4.18 Gambar arus motor DC pada *timbangan*

Tabel 4.4

Hasil Pengujian arus Motor DC

Motor DC	Arus (mA)
Konveyor	390 mA
Pintu	40 mA
Timbangan	130 mA

4.5 Pengujian LCD

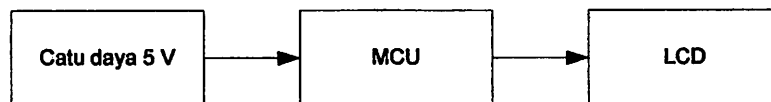
4.5.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah LCD dapat bekerja sesuai rancangan.

4.5.2 Peralatan yang digunakan

4. Catu daya 5 V.
5. Minimum system mikrokontroller.
6. LCD
7. Multimeter digital.

4.5.3 Prosedur Pengujian

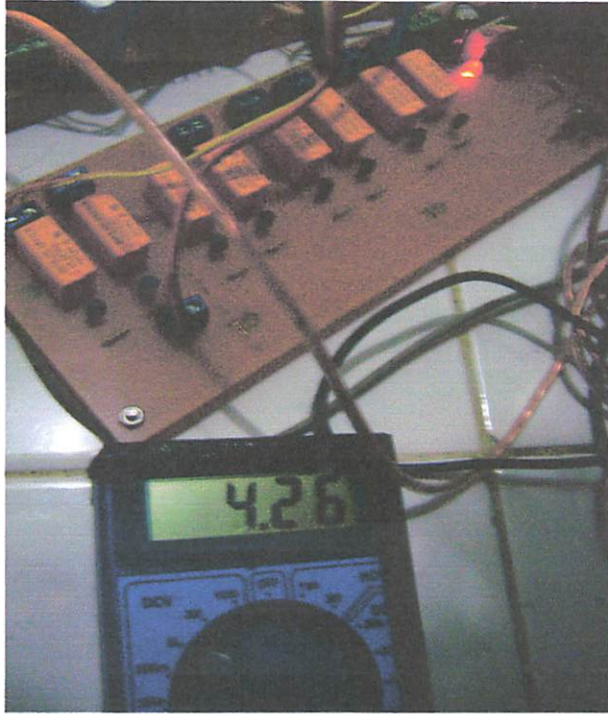


Gambar 4.19 Diagram blok pengujian LCD

4. Rangkaian dibuat sesuai dengan gambar 4.19.
5. Memasangkan suplai tegangan 5 VDC pada rangkaian.
6. Mengukur tegangan pada dioda LCD.

4.5.4 Hasil Pengujian

Hasil Pengujian LCD ditunjukkan dalam gambar 4.20 dibawah ini :



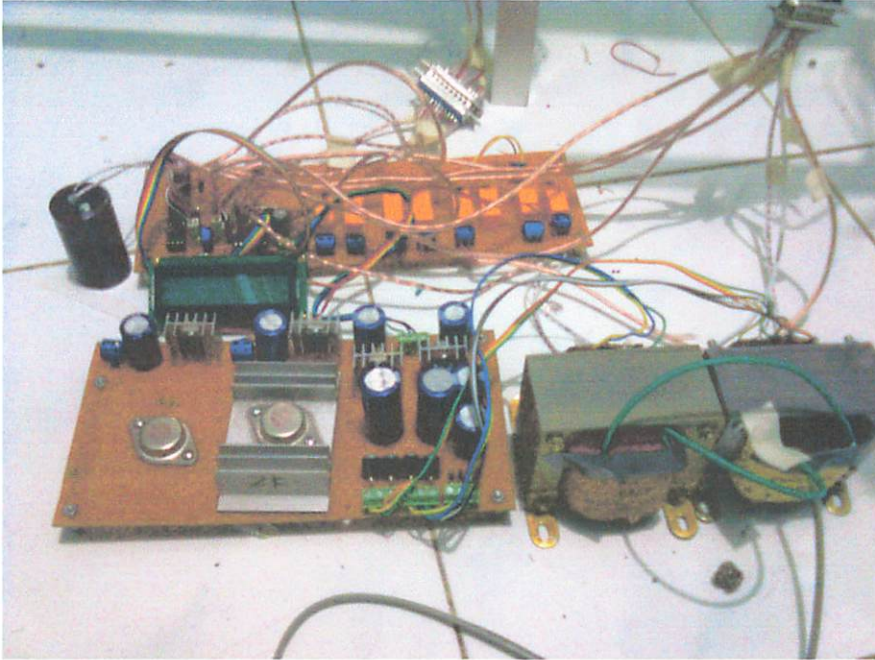
Gambar 4.20 Gambar tegangan pada diode LCD

Tabel 4.5 Hasil Pengujian LCD

	Tegangan Output (Volt)
Tegangan pada dioda	4,26 Volt

Spesifikasi Alat :

1. Mikrokontroler Renesas R8C/13.
2. LCD M1632.
3. Sensor telur LDR.
4. Sensor berat Flexi Force 1 Lb.
5. Motor DC 12 Volt
6. Travo CT 5 Ampere



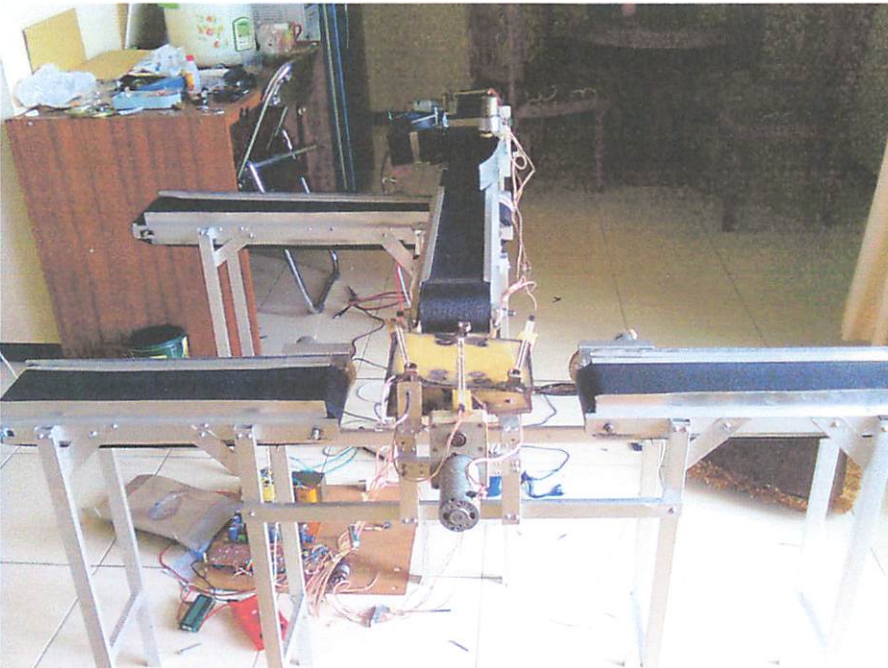
Gambar 4.21 Gambar rangkaian elektrik keseluruhan



Gambar 4.22 Gambar rangkaian catu daya



Gambar 4.23 Gambar sistem keseluruhan 1



Gambar 4.24 Gambar sistem keseluruhan 2

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari rangkaian kegiatan perancangan sampai dengan pengujian keseluruhan system yang telah dibuat maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor LDR sangat peka terhadap cahaya maka perlu dibuatkan sebuah penutup yang tepat antara lampu sorot dengan telur.
2. Karena arus output dari mikrokontroller sangat kecil yaitu dalam orde miliampere dan tegangan 4,5 volt, sedangkan untuk menggerakkan motor DC dibutuhkan tegangan yang cukup besar maka diperlukan piranti tambahan yang *rangkaian driver motor*.
3. Dari hasil pengujian seluruh sistem, apabila telur menghalangi sensor kualitas maka sistem akan berhenti ± 1 detik, jika telur jelek maka pintu akan menutup dan menghitung jumlah telur jelek dari banyaknya pintu menutup. bila baik maka pintu akan membuka. Setelah dari sensor kualitas, telur akan menuju timbangan. Sensor timbangan akan menghentikan konveyor ± 1 detik jika ada telur, untuk menghindari penumpukan pada timbangan. jika telur kurang dari bobot standar maka timbangan akan bergerak kekanan, jika lebih timbangan akan bergerak kekiri.

5.2. Saran – saran

Perancangan dan pembuatan alat ini jauh dari sempurna, maka dapat diberikan beberapa saran untuk mengembangkan skripsi ini yaitu :

1. Untuk mendapatkan pengukuran bobot telur yang lebih akurat maka perlu penambahan empat sensor FlexiForce pada timbangan.
2. Agar telur yang telah diseleksi dapat tertata dengan baik maka diperlukan piranti tambahan untuk wadah telur secara otomatis.

Daftar Pustaka

- www.electroniclab.com
- www.poultryindonesia.com
- www.infIPB.net
- Dr.Edjeng Suprijatna, *Ilmu dasar ternak unggas*, Penebar Swadaya, 2005
- <http://www.renesas.com>, Data Sheet R8C13/Tiny
- <http://www.alldatasheet.com>, Data Sheet Transistor KTC9014, Data Sheet SN74LS14N.
- <http://www.alldatasheet.com>, Data Sheet LF351
- <http://www.innovative-electronics.com>
- <http://www.digi-ware.com>.
- Seiko Instruments Inc, *Liquid, Crystal Display Modul M1632, User Manual*, Japan: Jan, 1987
- D. Chattopadhyay, *Dasar ELEKTRONIKA*, UIP, 1984.
- I Made Joni & Budi Raharjo, *Pemrograman C dan Implementasinya*, Informatika, 2008

```

                                h00
clude "sfr_r813.h"
clude "timer.h"
clude "lcdku.h"
clude "adda.h"

Fine tengah      p0_5
Fine berat      p0_6
Fine ringan     p0_7

Fine lsb        p1_0
Fine lsb        p1_1

Fine ptrb       p1_4
Fine ptsb       p1_5
Fine ptr        p1_6
Fine pts        p1_7

Fine merah      p4_5
Fine hijau      p1_2

Fine motor      p1_3

Fine berat_minimal 69
Fine berat_tengah  77

igned char a,tanda;
igned int i,tor,a1,a2,a3,at;
igned long hit,E;

d initport()

2=1;
=0b00000000;
=0b11111000;
=0b11111111;
_5=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

igned int loopkonv(unsigned char nn,unsigned int op)

igned int s,ai;
s=0;
for(ai=0;ai<op;ai++)
{
adcon0 &= 0xF8 ;
adcon0 |= nn;
asm("nop");
adst = 1;
while(adst) ;
s=ad+s;
}
ai=s/op;
return ai;

d tampil(unsigned int cc)

```


h00

```
igned int bb;  
(cc/100)+48;dataout(bb);  
(cc/10)%10)+48;dataout(bb);  
(cc%10)+48;dataout(bb);
```

d buka()

```
=0;delay(500);pts=1;  
le(1sb==1);  
=0;pts=0;
```

d tutup()

```
=1;delay(500);pts=1;  
le(1st==1);  
=0;pts=0;
```

d ambildata()

```
a1=loopkonv(6,100);pos(1,1);tampil(a1);  
a2=loopkonv(5,100);pos(1,8);tampil(a2);  
a3=loopkonv(4,100);pos(2,1);tampil(a3);  
tor=loopkonv(3,100);pos(2,8);tampil(tor);  
at=(a1+a2+a3)/3;pos(2,12);tampil(at);
```

d timbang()

at>berat_tengah)

```
{  
ptrb=0;delay(500);ptsb=1;  
while(berat==1);ptsb=0;  
delay(1000);  
ptrb=1;delay(500);ptsb=1;  
while(tengah==1);ptsb=0;  
ptrb=0;  
}
```

e

```
{  
ptrb=1;delay(500);ptsb=1;  
while(ringan==1);ptsb=0;  
delay(1000);  
ptrb=0;delay(500);ptsb=1;  
while(tengah==1);ptsb=0;  
ptrb=0;  
}  
delay(2000);
```

d seleksi()

```
tor<200) {tutup();cetak(2,16,"T");}  
e {buka();cetak(2,16,"B");}
```

d main(void)

Inisialisasi Variable*/

```
/* Inisialisasi Awal 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");
```

h00

```
asm("nop");
ocd2 = 0;           // Main clock change (x-tal)
prcr = 0;          // Protect on
txic=2;
/* p1 sebagai keluaran dan p0 sebagai masukan */

initport();
initlcd();
initADC();
init_timer_X();txs = 1;
cetak(1,1,"ADITA PRASETYA");
cetak(2,1," NIM:0412233");
delay(1500);
hapus();

ptr=0;pts=0;ptrb=0;ptsb=0;
motor=0;
ptrb=0;delay(500);ptsb=1;
while(berat==1);ptsb=0;
ptrb=1;delay(500);ptsb=1;
while(tengah==1);ptsb=0;
ptrb=0;
buka();
tanda=0;

while (1)
{
if(tanda==0 && hijau==0) {motor=1;tanda=1;}
if(tanda==1 && merah==0) {motor=0;tanda=0;}
ambildata();
if(at>berat_minimal &&
da==1){motor=0;delay(500);ambildata();timbang();motor=1;}
if(tor>80 && tanda==1){motor=0;
hapus();
pos(2,8);tampil(tor);
seleksi();
delay(1000);motor=1;}
}
```


Overview

This MCU is built using the high-performance silicon gate CMOS process using a R8C/Tiny Series CPU core and is packaged in a 32-pin plastic molded LQFP. This MCU operates using sophisticated instructions featuring a high level of instruction efficiency. With 1M bytes of address space, it is capable of executing instructions at high speed.

The data flash ROM (2 KB X 2 blocks) is embedded.

1.1 Applications

Electric household appliance, office equipment, housing equipment (sensor, security), general industrial equipment, audio, etc.

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, $V_{CC} = 3.0$ to 5.5 V) 100 ns ($f(XIN) = 10$ MHz, $V_{CC} = 2.7$ 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	$V_{CC} = 3.0$ to 5.5V ($f(XIN) = 20$ MHz) $V_{CC} = 2.7$ to 5.5V ($f(XIN) = 10$ MHz)
	Power consumption	Typ.9 mA ($V_{CC} = 5.0$ V, ($f(XIN) = 20$ MHz,High-speed mode) Typ.5 mA ($V_{CC} = 3.0$ V, ($f(XIN) = 10$ MHz,High-speed mode) Typ.35 μ A ($V_{CC} = 3.0$ V, Wait mode, Peripheral clock stops) Typ.0.7 μ A ($V_{CC} = 3.0$ V, Stop mode)
Flash memory	Program/erase voltage	$V_{CC} = 2.7$ 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	

1.3 Block Diagram

Figure 1.1 shows this MCU block diagram.

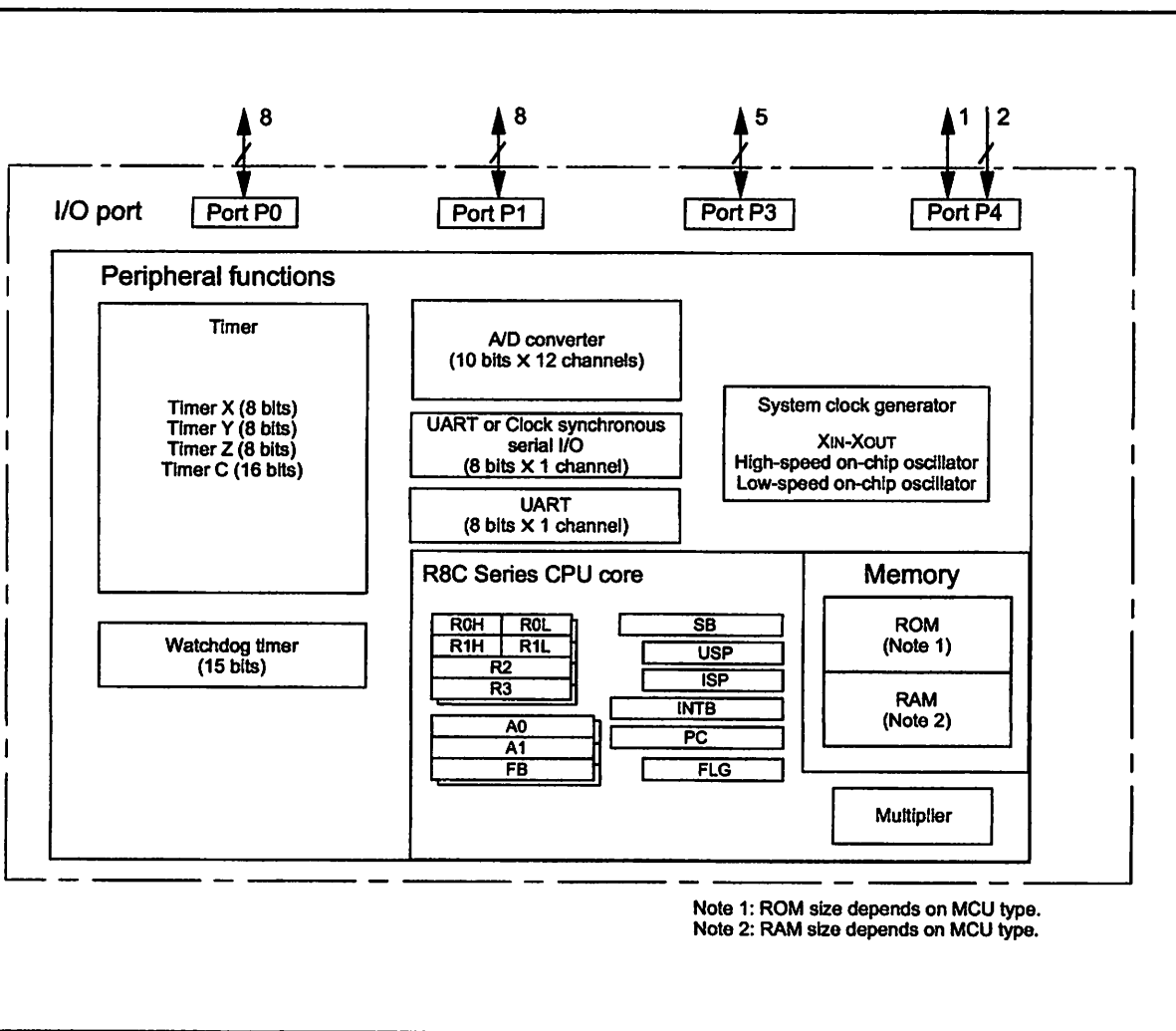


Figure 1.1 Block Diagram

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	

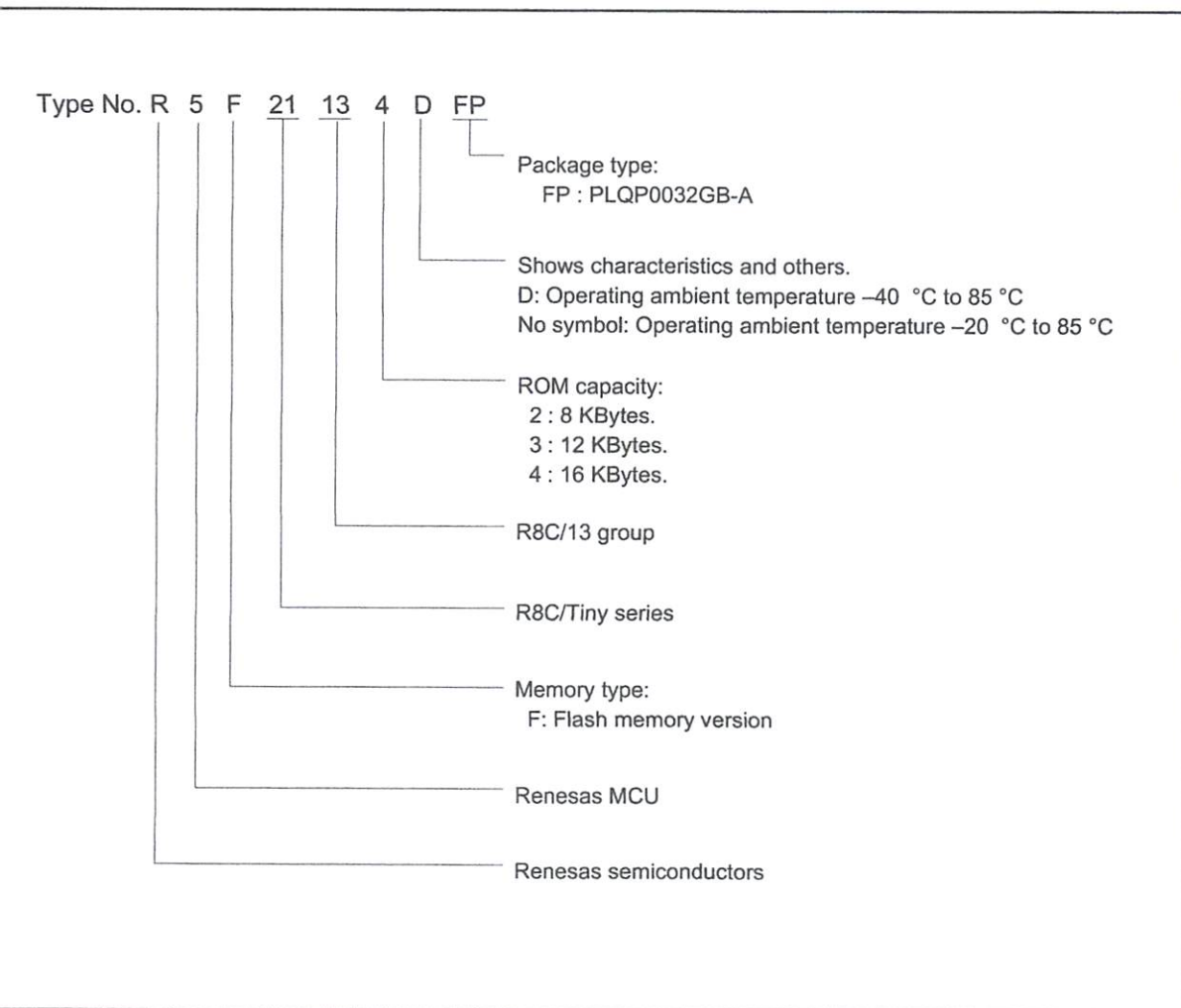


Figure 1.2 Type No., Memory Size, and Package

Pin Assignments

Figure 1.3 shows the pin configuration (top view).

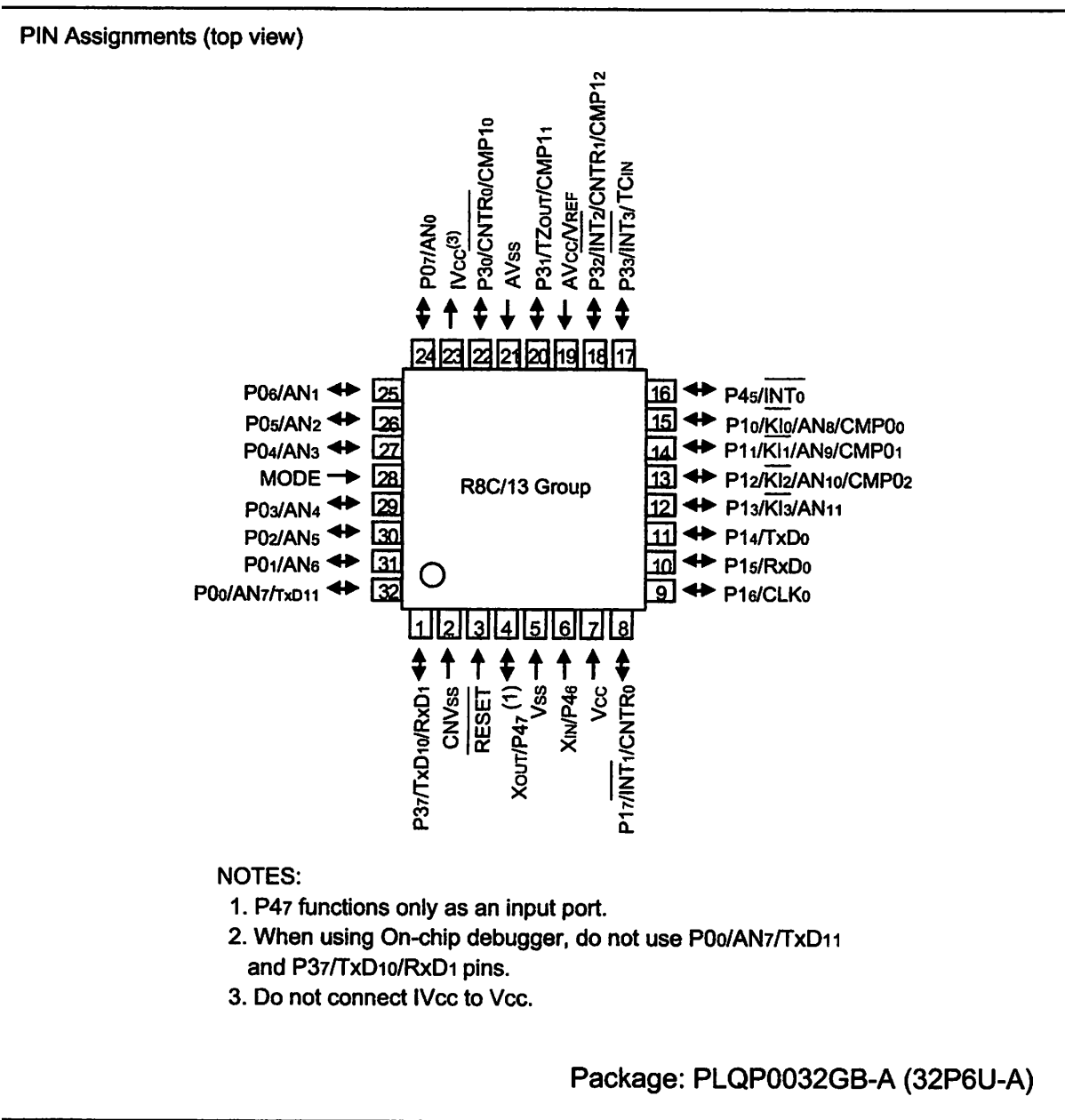


Figure 1.3 Pin Assignments (Top View)

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.
Vcc	IVcc	O	This pin is to stabilize internal power supply Connect this pin to Vss via a capacitor (0.1 μ F) 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	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	
INT interrupt input	INT0 to INT3	I	These are INT interrupt input pins.
Key input interrupt input	KI0 to KI3	I	These are key input interrupt pins.
Timer X	CNTR0	I/O	This is the timer X I/O pin.
	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.

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.

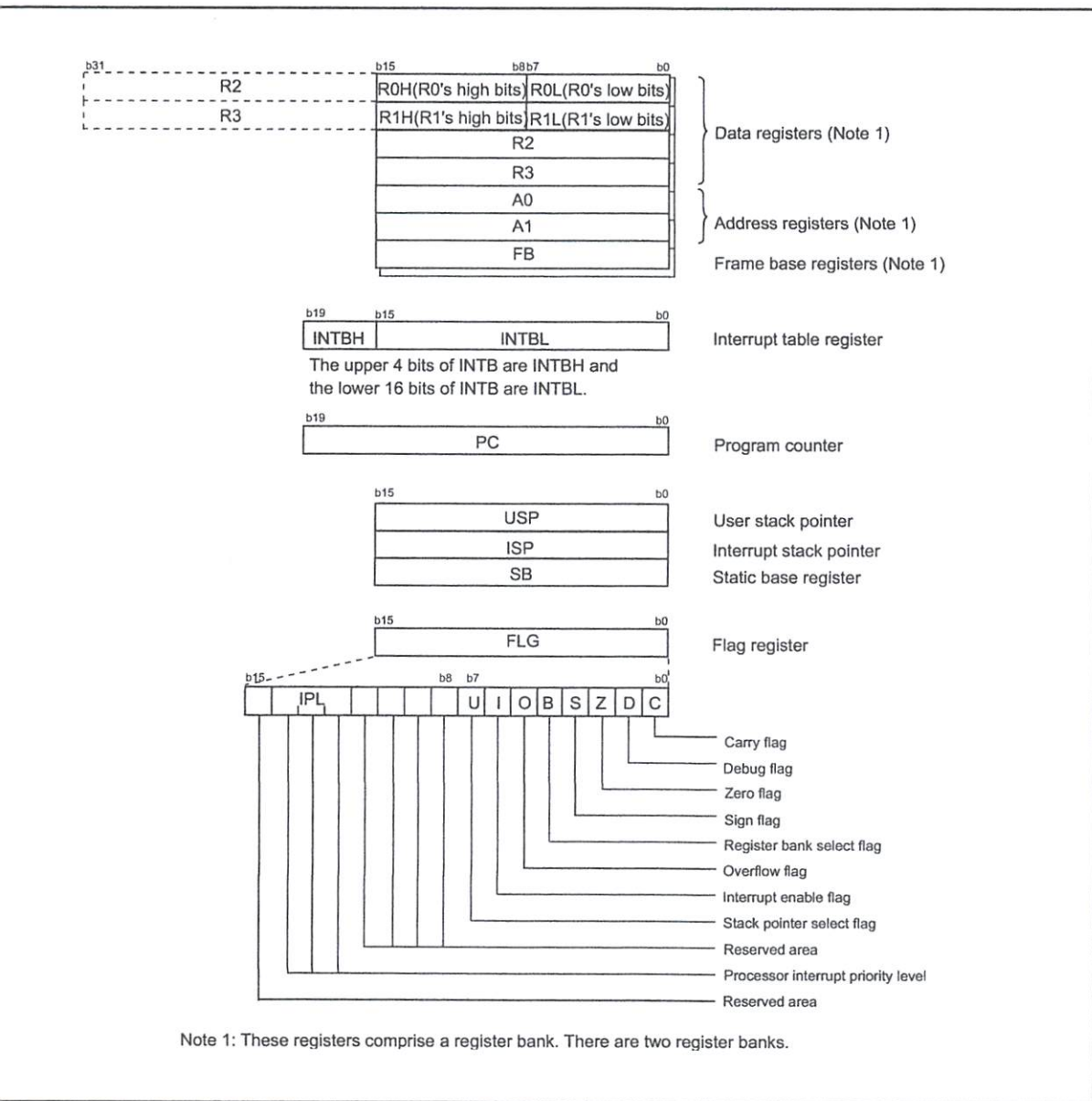


Figure 2.1 Central Processing Unit Register

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.

.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).

.3 Frame Base Register (FB)

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

.4 Interrupt Table Register (INTB)

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

.5 Program Counter (PC)

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

.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.

.7 Static Base Register (SB)

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

.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.

Memory

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

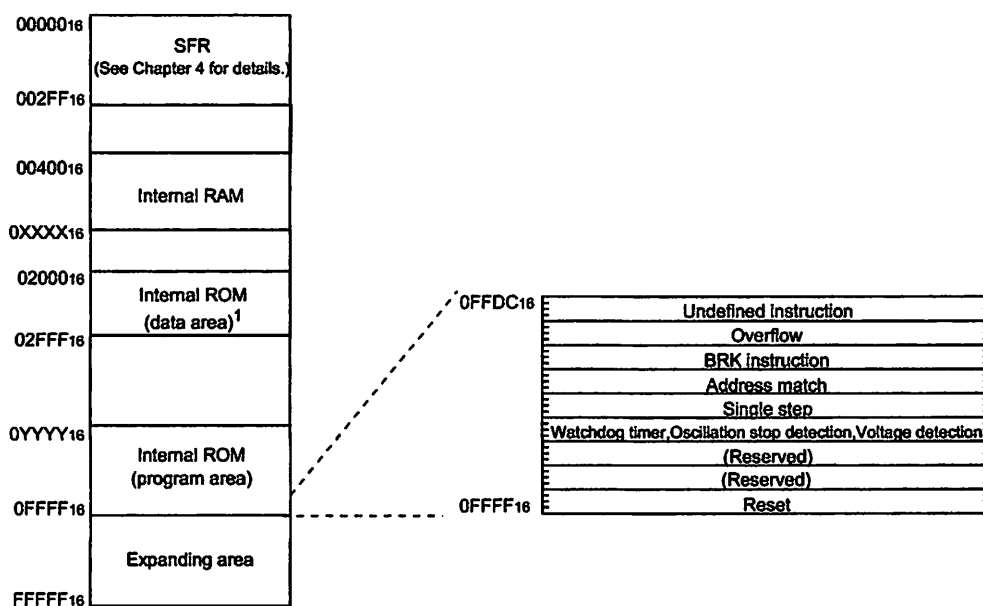
The internal ROM (program area) is allocated in a lower address direction beginning with address 0FFFF₁₆. For example, a 16-Kbyte internal ROM is allocated to the addresses from 0C000₁₆ to 0FFFF₁₆.

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 0YYYY ₁₆	Size	Address 0XXXX ₁₆
R5F21134FP, R5F21134DFP	16K bytes	0C000 ₁₆	1K bytes	007FF ₁₆
R5F21133FP, R5F21133DFP	12K bytes	0D000 ₁₆	768 bytes	006FF ₁₆
R5F21132FP, R5F21132DFP	8K bytes	0E000 ₁₆	512 bytes	005FF ₁₆

Figure 3.1 Memory Map

4. Special Function Register (SFR)

SFR(Special Function Register) is the control register of peripheral functions. Tables 4.1 to 4.4 list the SFR information

Table 4.1 SFR Information(1)(1)

Address	Register	Symbol	After reset
0000 ₁₆			
0001 ₁₆			
0002 ₁₆			
0003 ₁₆			
0004 ₁₆	Processor mode register 0 ¹	PM0	0016
0005 ₁₆	Processor mode register 1	PM1	0016
0006 ₁₆	System clock control register 0	CM0	011010002
0007 ₁₆	System clock control register 1	CM1	001000002
0008 ₁₆	High-speed on-chip oscillator control register 0	HR0	0016
0009 ₁₆	Address match interrupt enable register	AIER	XXXXXX002
000A ₁₆	Protect register	PRCR	00XX0002
000B ₁₆	High-speed on-chip oscillator control register 1	HR1	4016
000C ₁₆	Oscillation stop detection register	OSD	000001002
000D ₁₆	Watchdog timer reset register	WDTR	XX16
000E ₁₆	Watchdog timer start register	WDTS	XX16
000F ₁₆	Watchdog timer control register	WDC	000111112
0010 ₁₆	Address match interrupt register 0	RMAD0	0016
0011 ₁₆			0016
0012 ₁₆			X016
0013 ₁₆			
0014 ₁₆	Address match interrupt register 1	RMAD1	0016
0015 ₁₆			0016
0016 ₁₆			X016
0017 ₁₆			
0018 ₁₆			
0019 ₁₆	Voltage detection register 1 ²	VCR1	000010002
001A ₁₆	Voltage detection register 2 ²	VCR2	0016 ³ 100000002 ⁴
001B ₁₆			
001C ₁₆			
001D ₁₆			
001E ₁₆	INT0 input filter select register	INT0F	XXXXX0002
001F ₁₆	Voltage detection interrupt register ²	D4INT	0016 ³ 010000012 ⁴
0020 ₁₆			
0021 ₁₆			
0022 ₁₆			
0023 ₁₆			
0024 ₁₆			
0025 ₁₆			
0026 ₁₆			
0027 ₁₆			
0028 ₁₆			
0029 ₁₆			
002A ₁₆			
002B ₁₆			
002C ₁₆			
002D ₁₆			
002E ₁₆			
002F ₁₆			
0030 ₁₆			
0031 ₁₆			
0032 ₁₆			
0033 ₁₆			
0034 ₁₆			
0035 ₁₆			
0036 ₁₆			
0037 ₁₆			
0038 ₁₆			
0039 ₁₆			
003A ₁₆			
003B ₁₆			
003C ₁₆			
003D ₁₆			
003E ₁₆			
003F ₁₆			

Undefined

NOTES:

- Blank columns are all reserved space. No access is allowed.
- Software reset or the watchdog timer reset does not affect this register.
- Owing to Reset input.
- In the case of RESET pin = H retaining.

Table 4.2 SFR Information(2)⁽¹⁾

Address	Register	Symbol	After reset
00401e			
00411e			
00421e			
00431e			
00441e			
00451e			
00461e			
00471e			
00481e			
00491e			
004A1e			
004B1e			
004C1e			
004D1e	Key input interrupt control register	KUPIC	XXXXX0002
004E1e	AD conversion interrupt control register	ADIC	XXXXX0002
004F1e			
00501e	Compare 1 interrupt control register	CMP1IC	XXXXX0002
00511e	UART0 transmit interrupt control register	S0TIC	XXXXX0002
00521e	UART0 receive interrupt control register	S0RIC	XXXXX0002
00531e	UART1 transmit interrupt control register	S1TIC	XXXXX0002
00541e	UART1 receive interrupt control register	S1RIC	XXXXX0002
00551e	INT2 interrupt control register	INT2IC	XXXXX0002
00561e	Timer X interrupt control register	TXIC	XXXXX0002
00571e	Timer Y interrupt control register	TYIC	XXXXX0002
00581e	Timer Z interrupt control register	TZIC	XXXXX0002
00591e	INT1 interrupt control register	INT1IC	XXXXX0002
005A1e	INT3 interrupt control register	INT3IC	XXXXX0002
005B1e	Timer C interrupt control register	TCIC	XXXXX0002
005C1e	Compare 0 interrupt control register	CMP0IC	XXXXX0002
005D1e	INT0 interrupt control register	INT0IC	XX00X0002
005E1e			
005F1e			
00601e			
00611e			
00621e			
00631e			
00641e			
00651e			
00661e			
00671e			
00681e			
00691e			
006A1e			
006B1e			
006C1e			
006D1e			
006E1e			
006F1e			
00701e			
00711e			
00721e			
00731e			
00741e			
00751e			
00761e			
00771e			
00781e			
00791e			
007A1e			
007B1e			
007C1e			
007D1e			
007E1e			
007F1e			

: Undefined
 NOTES:
 . Blank columns are all reserved space. No access is allowed.

Table 4.3 SFR Information(3)(1)

Address	Register	Symbol	After reset
0080 ₁₆	Timer Y, Z mode register	TYZMR	00 ₁₆
0081 ₁₆	Prescaler Y	PREY	FF ₁₆
0082 ₁₆	Timer Y secondary	TYSC	FF ₁₆
0083 ₁₆	Timer Y primary	TYPR	FF ₁₆
0084 ₁₆	Timer Y, Z waveform output control register	PUM	00 ₁₆
0085 ₁₆	Prescaler Z	PREZ	FF ₁₆
0086 ₁₆	Timer Z secondary	TZSC	FF ₁₆
0087 ₁₆	Timer Z primary	TZPR	FF ₁₆
0088 ₁₆			
0089 ₁₆			
008A ₁₆	Timer Y, Z output control register	TYZOC	00 ₁₆
008B ₁₆	Timer X mode register	TXMR	00 ₁₆
008C ₁₆	Prescaler X	PREX	FF ₁₆
008D ₁₆	Timer X register	TX	FF ₁₆
008E ₁₆	Count source set register	TCSS	00 ₁₆
008F ₁₆			
0090 ₁₆	Timer C register	TC	00 ₁₆
0091 ₁₆			00 ₁₆
0092 ₁₆			
0093 ₁₆			
0094 ₁₆			
0095 ₁₆			
0096 ₁₆	External input enable register	INTEN	00 ₁₆
0097 ₁₆			
0098 ₁₆	Key input enable register	KIEN	00 ₁₆
0099 ₁₆			
009A ₁₆	Timer C control register 0	TCC0	00 ₁₆
009B ₁₆	Timer C control register 1	TCC1	00 ₁₆
009C ₁₆	Capture, compare 0 register	TM0	00 ₁₆
009D ₁₆			00 ₁₆ ²
009E ₁₆	Compare 1 register	TM1	FF ₁₆
009F ₁₆			FF ₁₆
00A0 ₁₆	UART0 transmit/receive mode register	U0MR	00 ₁₆
00A1 ₁₆	UART0 bit rate register	U0BRG	XX ₁₆
00A2 ₁₆	UART0 transmit buffer register	U0TB	XX ₁₆
00A3 ₁₆			XX ₁₆
00A4 ₁₆	UART0 transmit/receive control register 0	U0C0	00001000 ₂
00A5 ₁₆	UART0 transmit/receive control register 1	U0C1	00000010 ₂
00A6 ₁₆	UART0 receive buffer register	U0RB	XX ₁₆
00A7 ₁₆			XX ₁₆
00A8 ₁₆	UART1 transmit/receive mode register	U1MR	00 ₁₆
00A9 ₁₆	UART1 bit rate register	U1BRG	XX ₁₆
00AA ₁₆	UART1 transmit buffer register	U1TB	XX ₁₆
00AB ₁₆			XX ₁₆
00AC ₁₆	UART1 transmit/receive control register 0	U1C0	00001000 ₂
00AD ₁₆	UART1 transmit/receive control register 1	U1C1	00000010 ₂
00AE ₁₆	UART1 receive buffer register	U1RB	XX ₁₆
00AF ₁₆			XX ₁₆
00B0 ₁₆	UART transmit/receive control register 2	UCON	00 ₁₆
00B1 ₁₆			
00B2 ₁₆			
00B3 ₁₆			
00B4 ₁₆			
00B5 ₁₆			
00B6 ₁₆			
00B7 ₁₆			
00B8 ₁₆			
00B9 ₁₆			
00BA ₁₆			
00BB ₁₆			
00BC ₁₆			
00BD ₁₆			
00BE ₁₆			
00BF ₁₆			

: Undefined

NOTES:

- Blank columns are all reserved space. No access is allowed.
- When the output compare mode is selected (the TCC13 bit in the TCC1 register = 1), the value is set to FFFF₁₆.

Table 4.4 SFR Information(4)⁽¹⁾

Address	Register	Symbol	After reset
00C0 ₁₆	AD register	AD	XX16
00C1 ₁₆			XX16
00C2 ₁₆			
00C3 ₁₆			
00C4 ₁₆			
00C5 ₁₆			
00C6 ₁₆			
00C7 ₁₆			
00C8 ₁₆			
00C9 ₁₆			
00CA ₁₆			
00CB ₁₆			
00CC ₁₆			
00CD ₁₆			
00CE ₁₆			
00CF ₁₆			
00D0 ₁₆			
00D1 ₁₆			
00D2 ₁₆			
00D3 ₁₆			
00D4 ₁₆	AD control register 2	ADCON2	0016
00D5 ₁₆			
00D6 ₁₆	AD control register 0	ADCON0	00000XXX2
00D7 ₁₆	AD control register 1	ADCON1	0016
00D8 ₁₆			
00D9 ₁₆			
00DA ₁₆			
00DB ₁₆			
00DC ₁₆			
00DD ₁₆			
00DE ₁₆			
00DF ₁₆			
00E0 ₁₆	Port P0 register	P0	XX16
00E1 ₁₆	Port P1 register	P1	XX16
00E2 ₁₆	Port P0 direction register	PD0	0016
00E3 ₁₆	Port P1 direction register	PD1	0016
00E4 ₁₆			
00E5 ₁₆	Port P3 register	P3	XX16
00E6 ₁₆			
00E7 ₁₆	Port P3 direction register	PD3	0016
00E8 ₁₆	Port P4 register	P4	XX16
00E9 ₁₆			
00EA ₁₆	Port P4 direction register	PD4	0016
00EB ₁₆			
00EC ₁₆			
00ED ₁₆			
00EE ₁₆			
00EF ₁₆			
00F0 ₁₆			
00F1 ₁₆			
00F2 ₁₆			
00F3 ₁₆			
00F4 ₁₆			
00F5 ₁₆			
00F6 ₁₆			
00F7 ₁₆			
00F8 ₁₆			
00F9 ₁₆			
03FA ₁₆			
00FB ₁₆			
00FC ₁₆	Pull-up control register 0	PUR0	00XX00002
00FD ₁₆	Pull-up control register 1	PUR1	XXXXXX0X2
00FE ₁₆	Port P1 drive capacity control register	DRR	0016
00FF ₁₆	Timer C output control register	TCOUT	0016
~			
01B3 ₁₆	Flash memory control register 4	FMR4	010000002
01B4 ₁₆			
01B5 ₁₆	Flash memory control register 1	FMR1	1000000X2
01B6 ₁₆			
01B7 ₁₆	Flash memory control register 0	FMR0	000000012
0FFF ₁₆	Option function select register ⁽²⁾	OFS	Note 2

: Undefined

OTES:

. The blank areas, 0100₁₆ to 01B2₁₆ and 01B8₁₆ to 02FF₁₆ are reserved and cannot be used by users.

. The watchdog timer control bit is assigned. Refer to "Figure11.2 OFS, WDC, WDTR and WDTS registers" of Hardware Manual for details

Electrical Characteristics

Table 5.1 Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Condition	Rated value	Unit
V _{cc}	Supply voltage	V _{cc} =AV _{cc}	-0.3 to 6.5	V
AV _{cc}	Analog supply voltage	V _{cc} =AV _{cc}	-0.3 to 6.5	V
V _I	Input voltage		-0.3 to V _{cc} +0.3	V
V _O	Output voltage		-0.3 to V _{cc} +0.3	V
P _d	Power dissipation	T _{opr} =25 °C	300	mW
T _{opr}	Operating ambient temperature		-20 to 85 / -40 to 85 (D version)	°C
T _{stg}	Storage temperature		-65 to 150	°C

Table 5.2 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Conditions	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
V _{cc}	Supply voltage		2.7		5.5	V
AV _{cc}	Analog supply voltage			V _{cc} ³		V
V _{ss}	Supply voltage			0		V
AV _{ss}	Analog supply voltage			0		V
V _{IH}	"H" input voltage		0.8V _{cc}		V _{cc}	V
V _{IL}	"L" input voltage		0		0.2V _{cc}	V
I _{OH (sum)}	"H" peak all output currents (peak)	Sum of all pins' IOH (peak)			-60.0	mA
I _{OH (peak)}	"H" peak output current				-10.0	mA
I _{OH (avg)}	"H" average output current				-5.0	mA
I _{OL (sum)}	"L" peak all output currents (peak)	Sum of all pins' IOL (peak)			60	mA
I _{OL (peak)}	"L" peak output current	Except P10 to P17			10	mA
		P10 to P17	Drive ability HIGH		30	mA
			Drive ability LOW		10	mA
I _{OL (avg)}	"L" average output current	Except P10 to P17			5	mA
		P10 to P17	Drive ability HIGH		15	mA
			Drive ability LOW		5	mA
f (XIN)	Main clock input oscillation frequency	3.0V ≤ V _{cc} ≤ 5.5V	0		20	MHz
		2.7V ≤ V _{cc} < 3.0V	0		10	MHz

Note

- 1: Referenced to V_{cc} = AV_{cc} = 2.7 to 5.5V at T_{opr} = -20 to 85 °C / -40 to 85 °C unless otherwise specified.
- 2: The mean output current is the mean value within 100ms.
- 3: Set V_{cc}=AV_{cc}

Table 5.3 A/D Conversion Characteristics

Symbol	Parameter		Measuring condition	Standard			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
—	Resolution		$V_{ref} = V_{CC}$			10	Bit
—	Absolute accuracy	10 bit mode	$\phi_{AD} = 10 \text{ MHz}$, $V_{ref} = V_{CC} = 5.0\text{V}$			± 3	LSB
		8 bit mode	$\phi_{AD} = 10 \text{ MHz}$, $V_{ref} = V_{CC} = 5.0\text{V}$			± 2	LSB
		10 bit mode	$\phi_{AD} = 10 \text{ MHz}$, $V_{ref} = V_{CC} = 3.3\text{V}^3$			± 5	LSB
		8 bit mode	$\phi_{AD} = 10 \text{ MHz}$, $V_{ref} = V_{CC} = 3.3\text{V}^3$		—	± 2	LSB
RLADDER	Ladder resistance		$V_{REF} = V_{CC}$	10		40	$k\Omega$
t _{CONV}	Conversion time		10 bit mode	$\phi_{AD} = 10 \text{ MHz}$, $V_{ref} = V_{CC} = 5.0\text{V}$	3.3		μs
			8 bit mode	$\phi_{AD} = 10 \text{ MHz}$, $V_{ref} = V_{CC} = 5.0\text{V}$	2.8		—
V _{REF}	Reference voltage				V_{CC}^4		V
V _{IA}	Analog input voltage			0		V_{ref}	V
—	A/D operation clock frequency ²	Without sample & hold		0.25		10	MHz
		With sample & hold		1.0		10	MHz

Note

1: Referenced to $V_{CC} = AV_{CC} = 2.7$ to 5.5V at $T_{opr} = -20$ to $85\text{ }^\circ\text{C}$ / -40 to $85\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

2: When f_{AD} is 10 MHz more, divide the f_{AD} and make A/D operation clock frequency (ϕ_{AD}) lower than 10 MHz.

3: When the AV_{CC} is less than 4.2V, divide the f_{AD} and make A/D operation clock frequency (ϕ_{AD}) lower than $f_{AD}/2$.

4: Set $V_{CC} = V_{ref}$

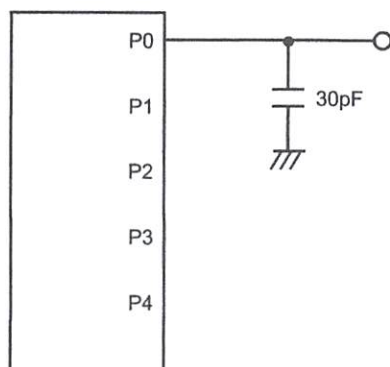


Figure 5.1 Port P0 to P4 measurement circuit

Table 5.4 Flash Memory (Program area) Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max	
—	Program/Erase cycle ²		1000 ³	—	—	cycle
—	Byte program time	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	50	—	μs
—	Block erase time	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	0.4	—	s
td(SR-ES)	Time delay from Suspend Request until Erase Suspend		—	—	8	ms
—	Erase Suspend Request Interval		10	—	—	ms
—	Program, Erase Voltage		2.7	—	5.5	V
—	Read Voltage		2.7	—	5.5	V
—	Program, Erase Temperature		0	—	60	°C
—	Data-retention duration	Topr = 55 °C	20	—	—	year

Table 5.5 Flash Memory (Data area Block A, Block B) Electrical Characteristics⁴

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max	
—	Program/Erase endurance ²		10000 ³	—	—	times
—	Byte program time(program/erase endurance ≤1000 times)	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	50	400	μs
—	Byte program time(program/erase endurance >1000 times)	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	65	—	μs
—	Block erase time(program/erase endurance ≤1000 times)	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	0.2	9	s
—	Block erase time(program/erase endurance >1000 times)	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	0.3	—	s
td(SR-ES)	Time delay from Suspend Request until Erase Suspend		—	—	8	ms
—	Erase Suspend Request Interval		10	—	—	ms
—	Program, Erase Voltage		2.7	—	5.5	V
—	Read Voltage		2.7	—	5.5	V
—	Program/Erase Temperature		-20(-40) ⁸	—	85	°C
—	Data-retention duration	Topr = 55 °C	20	—	—	year

Note

1: Referenced to Vcc=AVcc=2.7 to 5.5V at Topr = 0°C to 60°C unless otherwise specified.

2: Definition of Program/Erase

The cycle of Program/Erase shows a cycle for each block.

If the program/erase number is "n" (n = 1000, 10000), "n" times erase can be performed for each block.

For example, if performing one-byte write to the distinct addresses on Block A of 2K-byte block 2048 times and then erasing that block, the number of Program/Erase cycles is one time.

However, performing multiple writes to the same address before an erase operation is prohibited (overwriting prohibited).

3: Maximum numbers of Program/Erase cycles for which all electrical characteristics is guaranteed.

4: Table 16.5 applies for Block A or B when the Program/Erase cycles are more than 1000. The byte program time up to 1000 cycles are the same as that of the program area (see Table 5.4).

5: To reduce the number of Program/Erase cycles, a block erase should ideally be performed after writing in series as many distinct addresses (only one time each) as possible. If programming a set of 16 bytes, write up to 128 sets and then erase them one time. This will result in ideally reducing the number of Program/Erase cycles. Additionally, averaging the number of Program/Erase cycles for Block A and B will be more effective. It is important to track the total number of block erases and restrict the number.

6: If error occurs during block erase, attempt to execute the clear status register command, then the block erase command at least three times until the erase error disappears.

7: Customers desiring Program/Erase failure rate information should contact their Renesas technical support representative.

8: -40 °C for D version.

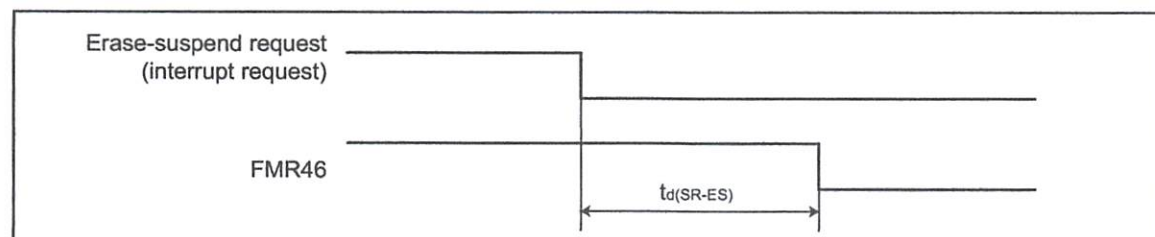
**Figure 5.2 Time delay from Suspend Request until Erase Suspend**

Table 5.6 Voltage Detection Circuit Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Vdet	Voltage detection level		3.3	3.8	4.3	V
	Voltage detection interrupt request generating time ²		—	40		μs
	Voltage detection circuit self consumption current	VC27=1, VCC=5.0V		600		nA
td(E-A)	Waiting time until voltage detection circuit operation starts ³				20	μs
Vccmin	Microcomputer operation voltage minimum value		2.7			V

NOTES:

1. The measuring condition is $V_{CC}=AV_{CC}=2.7V$ to $5.5V$ and $T_{opr}=-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$.
2. This shows the time until the voltage detection interrupt request is generated since the voltage passes Vdet.
3. This shows the required time until the voltage detection circuit operates when setting to "1" again after setting the VC27 bit in the VCR2 register to "0".

Table 5.7 Reset Circuit Electrical Characteristics (When Using Hardware Reset 2^{1, 3})

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Vpor2	Power-on reset valid voltage	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 85^{\circ}C$	—	—	Vdet	V
tw(Vpor2-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled ²	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 85^{\circ}C$, $tw(por2) \geq 0s^4$	—	—	100	ms

NOTES:

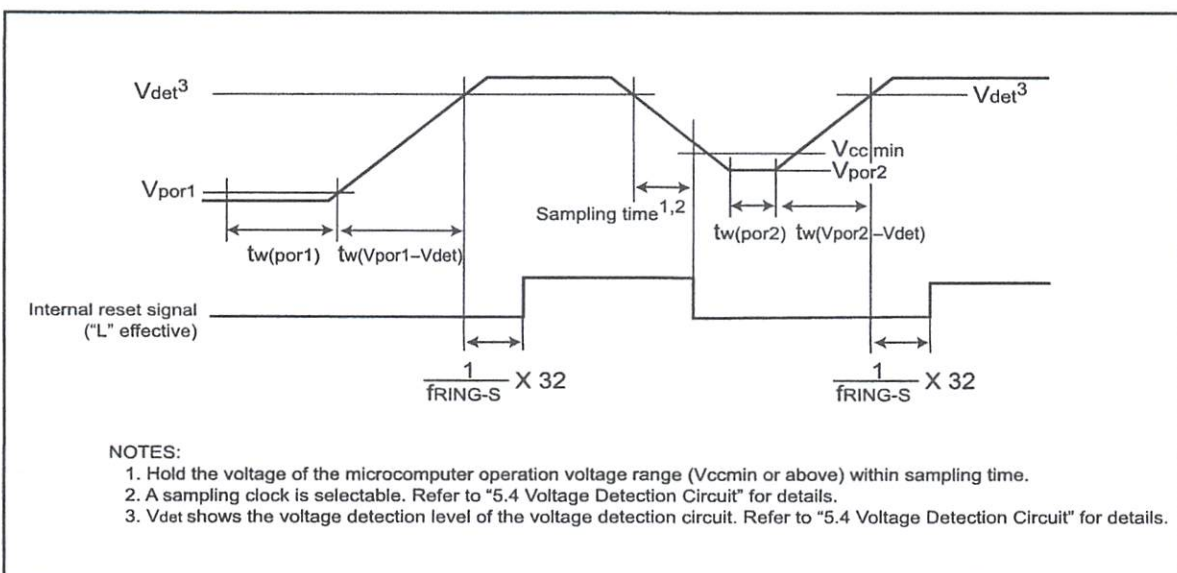
1. The voltage detection circuit which is embedded in a microcomputer is a factor to generate the hardware reset 2. Refer to 5.1.2 Hardware Reset 2.
2. This condition is not applicable when using $V_{CC} \geq 1.0V$.
3. When turning power on after the external power has been held below the valid voltage for greater than 10 seconds, refer to Table 16.8 Reset Circuit Electrical Characteristics (When Not Using Hardware Reset 2).
4. $tw(por2)$ is time to hold the external power below effective voltage (Vpor2).

Table 5.8 Reset Circuit Electrical Characteristics (When Not Using Hardware Reset 2)

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Vpor1	Power-on reset valid voltage	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 85^{\circ}C$	—	—	0.1	V
tw(Vpor1-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled	$0^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$, $tw(por1) \geq 10s^2$	—	—	100	ms
tw(Vpor1-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 0^{\circ}C$, $tw(por1) \geq 30s^2$	—	—	100	ms
tw(Vpor1-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 0^{\circ}C$, $tw(por1) \geq 10s^2$	—	—	1	ms
tw(Vpor1-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled	$0^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$, $tw(por1) \geq 1s^2$	—	—	0.5	ms

NOTES:

1. When not using hardware reset 2, use with $V_{CC} \geq 2.7V$.
2. $tw(por1)$ is time to hold the external power below effective voltage (Vpor1).



NOTES:

1. Hold the voltage of the microcomputer operation voltage range (V_{ccmin} or above) within sampling time.
2. A sampling clock is selectable. Refer to "5.4 Voltage Detection Circuit" for details.
3. Vdet shows the voltage detection level of the voltage detection circuit. Refer to "5.4 Voltage Detection Circuit" for details.

Figure 5.3 Reset Circuit Electrical Characteristics

Table 5.9 High-speed On-Chip Oscillator Circuit Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
—	High-speed on-chip oscillator frequency 1 / (td(HRoffset)+td(HR)) when the reset is released	VCC=5.0V, Topr=25 °C Set "4016" in the HR1 register	—	8	—	MHz
td(HRoffset)	Settable high-speed on-chip oscillator minimum period	VCC=5.0V, Topr=25 °C Set "0016" in the HR1 register	—	61	—	ns
td(HR)	High-speed on-chip oscillator period adjusted unit	Differences when setting "0116" and "0016" in the HR register	—	1	—	ns
—	High-speed on-chip oscillator temperature dependence(1)	Frequency fluctuation in temperature range of -10 °C to 50 °C	—	±5	—	%
—	High-speed on-chip oscillator temperature dependence(2)	Frequency fluctuation in temperature range of -40 °C to 85 °C	—	±10	—	%

NOTES:

1. The measuring condition is Vcc=AVcc=5.0 V and Topr=25 °C.

Table 5.10 Power Circuit Timing Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
td(P-R)	Time for internal power supply stabilization during powering-on ²		1		2000	μs
td(R-S)	STOP release time ³				150	μs

Note

1: The measuring condition is Vcc=AVcc=2.7 to 5.5 V and Topr=25 °C.

2: This shows the wait time until the internal power supply generating circuit is stabilized during power-on.

3: This shows the time until BCLK starts from the interrupt acknowledgement to cancel stop mode.

Table 5.11 Electrical Characteristics (1) [Vcc=5V]

Symbol	Parameter		Measuring condition	Standard			Unit	
				Min.	Typ.	Max.		
VOH	"H" output voltage	Except Xout	IOH=-5mA	Vcc-2.0	—	Vcc	V	
			IOH=-200μA	Vcc-0.3	—	Vcc	V	
	Xout	Drive capacity HIGH	IOH=-1 mA	Vcc-2.0	—	Vcc	V	
		Drive capacity LOW	IOH=-500μA	Vcc-2.0	—	Vcc	V	
VOL	"L" output voltage	P10 to P17 Except Xout	IOl= 5 mA	—	—	2.0	V	
			IOl= 200 μA	—	—	0.45	V	
		P10 to P17	Drive capacity HIGH	IOl= 15 mA	—	—	2.0	V
			Drive capacity LOW	IOl= 5 mA	—	—	2.0	V
	Drive capacity LOW		IOl= 200 μA	—	—	0.45	V	
	Xout	Drive capacity HIGH	IOl= 1 mA	—	—	2.0	V	
		Drive capacity LOW	IOl=500 μA	—	—	2.0	V	
	Vt+-Vt-	Hysteresis	INT0, INT1, INT2, INT3, KI0, KI1, KI2, KI3, CNTR0, CNTR1, TCIN, RxD0, RxD1, P45		0.2	—	1.0	V
RESET				0.2	—	2.2	V	
IiH	"H" input current		Vi=5V	—	—	5.0	μA	
IiL	"L" input current		Vi=0V	—	—	-5.0	μA	
RPULLUP	Pull-up resistance		Vi=0V	30	50	167	kΩ	
RxiN	Feedback resistance	XiN		—	1.0	—	MΩ	
fRING-S	Low-speed on-chip oscillator frequency			40	125	250	kHz	
VRAM	RAM retention voltage		At stop mode	2.0	—	—	V	

Note

1: Referenced to Vcc=AVcc=4.2 to 5.5V at Topr = -20 to 85 °C / -40 to 85 °C, f(XiN)=20MHz unless otherwise specified.

Table 5.12 Electrical Characteristics (2) [Vcc=5V]

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
I _{CC}	Power supply current (V _{CC} =3.3 to 5.5V) In single-chip mode, the output pins are open and other pins are V _{SS}	High-speed mode Xin=20 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division		9	15	mA	
				8	14	mA	
				5		mA	
		Medium-speed mode Xin=20 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8		4		mA	
			Xin=18 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	---	3		mA
			Xin=10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	---	2		mA
		High-speed on-chip oscillator mode Main clock off High-speed on-chip oscillator on=8 MHz Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division			4	8	mA
			Main clock off High-speed on-chip oscillator on=8 MHz Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8		1.5		mA
		Low-speed on-chip oscillator mode Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8			470	900	μA
		Wait mode Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz When a WAIT instruction is executed ² Peripheral clock operation VC27="0"			40	80	μA
Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz When a WAIT instruction is executed ² Peripheral clock off VC27="0"			38	76	μA		
Stop mode Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator off CM10="1" Peripheral clock off VC27="0"			0.8	3.0	μA		

- NOTES
- 1: The power supply current measuring is executed using the measuring program on flash memory.
 - 2: Timer Y is operated with timer mode.

Timing requirements (Unless otherwise noted: $V_{CC} = 5V$, $V_{SS} = 0V$ at $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$) [$V_{CC}=5V$]

Table 5.13 XIN input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_C(XIN)$	XIN input cycle time	50		ns
$t_{WH}(XIN)$	XIN input HIGH pulse width	25		ns
$t_{WL}(XIN)$	XIN input LOW pulse width	25		ns

Table 5.14 CNTR0 input, CNTR1 input, $\overline{INT2}$ input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_C(CNTR0)$	CNTR0 input cycle time	100		ns
$t_{WH}(CNTR0)$	CNTR0 input HIGH pulse width	40		ns
$t_{WL}(CNTR0)$	CNTR0 input LOW pulse width	40		ns

Table 5.15 TCIN input, $\overline{INT3}$ input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_C(TCIN)$	TCIN input cycle time	400 ¹		ns
$t_{WH}(TCIN)$	TCIN input HIGH pulse width	200 ²		ns
$t_{WL}(TCIN)$	TCIN input LOW pulse width	200 ²		ns

NOTES

- 1 : When using the Timer C input capture mode, adjust the cycle time above (1/ Timer C count source frequency x 3).
- 2 : When using the Timer C input capture mode, adjust the pulse width above (1/ Timer C count source frequency x 1.5).

Table 5.16 Serial Interface

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_C(CK)$	CLKi input cycle time	200		ns
$t_W(CKH)$	CLKi input HIGH pulse width	100		ns
$t_W(CKL)$	CLKi input LOW pulse width	100		ns
$t_d(C-Q)$	TxDi output delay time		80	ns
$t_h(C-Q)$	TxDi hold time	0		ns
$t_{su}(D-C)$	RxDi input setup time	35		ns
$t_h(C-D)$	RxDi input hold time	90		ns

Table 5.17 External interrupt $\overline{INT0}$ input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_W(INH)$	$\overline{INT0}$ input HIGH pulse width	250 ¹		ns
$t_W(INL)$	$\overline{INT0}$ input LOW pulse width	250 ²		ns

NOTES

- 1 : When selecting the digital filter by the $\overline{INT0}$ input filter select bit, use the $\overline{INT0}$ input HIGH pulse width to the greater value, either (1/ digital filter clock frequency x 3) or the minimum value of standard.
- 2 : When selecting the digital filter by the $\overline{INT0}$ input filter select bit, use the $\overline{INT0}$ input LOW pulse width to the greater value, either (1/ digital filter clock frequency x 3) or the minimum value of standard.

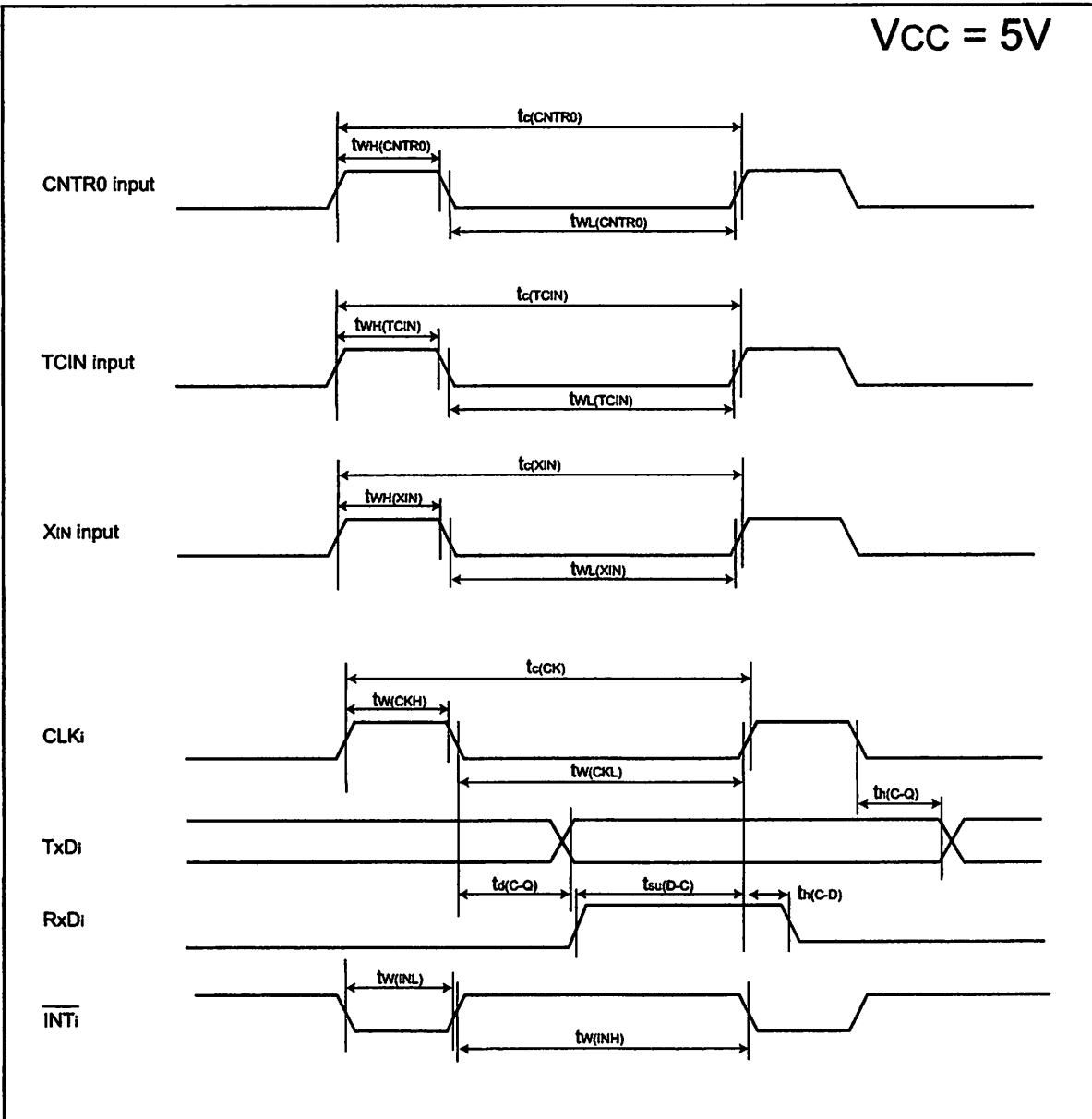


Figure 5.4 Vcc=5V timing diagram

Table 5.18 Electrical Characteristics (3) [Vcc=3V]

Symbol	Parameter		Measuring condition		Standard			Unit
					Min.	Typ.	Max.	
V _{OH}	"H" output voltage	Except Xout	I _{OH} =-1mA		V _{CC} -0.5	—	V _{CC}	V
		Xout	Drive capacity HIGH	I _{OH} =-0.1 mA	V _{CC} -0.5	—	V _{CC}	V
			Drive capacity LOW	I _{OH} =-50 μA	V _{CC} -0.5	—	V _{CC}	V
V _{OL}	"L" output voltage	P10 to P17 Except Xout	I _{OL} = 1 mA		—	—	0.5	V
		P10 to P17	Drive capacity HIGH	I _{OL} = 2 mA	—	—	0.5	V
			Drive capacity LOW	I _{OL} = 1 mA	—	—	0.5	V
		Xout	Drive capacity HIGH	I _{OL} = 0.1 mA	—	—	0.5	V
			Drive capacity LOW	I _{OL} =50 μA	—	—	0.5	V
V _{T+} -V _{T-}	Hysteresis	INT0, INT1, INT2, INT3, KI0, KI1, KI2, KI3, CNTR0, CNTR1, TCIN, Rx00, Rx01, P45			0.2	—	0.8	V
		RESET			0.2	—	1.8	V
I _{IH}	"H" input current			V _I =3V	—	—	4.0	μA
I _{IL}	"L" input current			V _I =0V	—	—	-4.0	μA
R _{PULLUP}	Pull-up resistance			V _I =0V	68	160	500	kΩ
R _{FXN}	Feedback resistance	X _{IN}			—	3.0	—	MΩ
f _{RDG-S}	Low-speed on-chip oscillator frequency				40	125	250	KHz
V _{RAM}	RAM retention voltage			At stop mode	2.0	—	—	V

Note

1 : Referenced to V_{CC}=AV_{CC}=2.7 to 3.3V at Topr = -20 to 85 °C / -40 to 85 °C, f(X_{IN})=10MHz unless otherwise specified.

Table 5.19 Electrical Characteristics (4) [Vcc=3V]

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
I _{CC}	Power supply current (V _{CC} =2.7 to 3.3V) In single-chip mode, the output pins are open and other pins are V _{SS}	High-speed mode Xin=20 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division		8	13	mA	
					7	12	mA
					5		mA
		Medium-speed mode Xin=20 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8			3		mA
					2.5		mA
					1.6		mA
		High-speed on-chip oscillator mode Main clock off High-speed on-chip oscillator on=8 MHz Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division			3.5	7.5	mA
					1.5		mA
		Low-speed on-chip oscillator mode Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8			420	800	μA
		Wait mode Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz When a WAIT instruction is executed ² Peripheral clock operation VC27="0"			37	74	μA
		Wait mode Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz When a WAIT instruction is executed ² Peripheral clock off VC27="0"			35	70	μA
		Stop mode Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator off CM10="1" Peripheral clock off VC27="0"			0.7	3.0	μA

NOTES

- 1: The power supply current measuring is executed using the measuring program on flash memory.
- 2: Timer Y is operated with timer mode.

Timing requirements (Unless otherwise noted: $V_{CC} = 3V$, $V_{SS} = 0V$ at $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$) [$V_{CC}=3V$]

Table 5.20 XIN input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{c(XIN)}$	XIN input cycle time	100		ns
$t_{WH(XIN)}$	XIN input HIGH pulse width	40		ns
$t_{WL(XIN)}$	XIN input LOW pulse width	40		ns

Table 5.21 CNTR0 input, CNTR1 input, $\overline{INT2}$ input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{c(CNTR0)}$	CNTR0 input cycle time	300		ns
$t_{WH(CNTR0)}$	CNTR0 input HIGH pulse width	120		ns
$t_{WL(CNTR0)}$	CNTR0 input LOW pulse width	120		ns

Table 5.22 TCIN input, $\overline{INT3}$ input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{c(TCIN)}$	TCIN input cycle time	1200 ¹		ns
$t_{WH(TCIN)}$	TCIN input HIGH pulse width	600 ²		ns
$t_{WL(TCIN)}$	TCIN input LOW pulse width	600 ²		ns

NOTES

- 1 : When using the Timer C input capture mode, adjust the cycle time above (1/ Timer C count source frequency x 3).
- 2 : When using the Timer C input capture mode, adjust the pulse width above (1/ Timer C count source frequency x 1.5).

Table 5.23 Serial Interface

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{c(CK)}$	CLKi input cycle time	300		ns
$t_{w(CKH)}$	CLKi input HIGH pulse width	150		ns
$t_{w(CKL)}$	CLKi input LOW pulse width	150		ns
$t_{d(C-Q)}$	TxDi output delay time		160	ns
$t_{h(C-Q)}$	TxDi hold time	0		ns
$t_{su(D-C)}$	RxDi input setup time	55		ns
$t_{h(C-D)}$	RxDi input hold time	90		ns

Table 5.24 External interrupt $\overline{INT0}$ input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{w(INH)}$	$\overline{INT0}$ input HIGH pulse width	380 ¹		ns
$t_{w(INL)}$	$\overline{INT0}$ input LOW pulse width	380 ²		ns

NOTES

- 1 : When selecting the digital filter by the $\overline{INT0}$ input filter select bit, use the $\overline{INT0}$ input HIGH pulse width to the greater value, either (1/ digital filter clock frequency x 3) or the minimum value of standard.
- 2 : When selecting the digital filter by the $\overline{INT0}$ input filter select bit, use the $\overline{INT0}$ input LOW pulse width to the greater value, either (1/ digital filter clock frequency x 3) or the minimum value of standard.

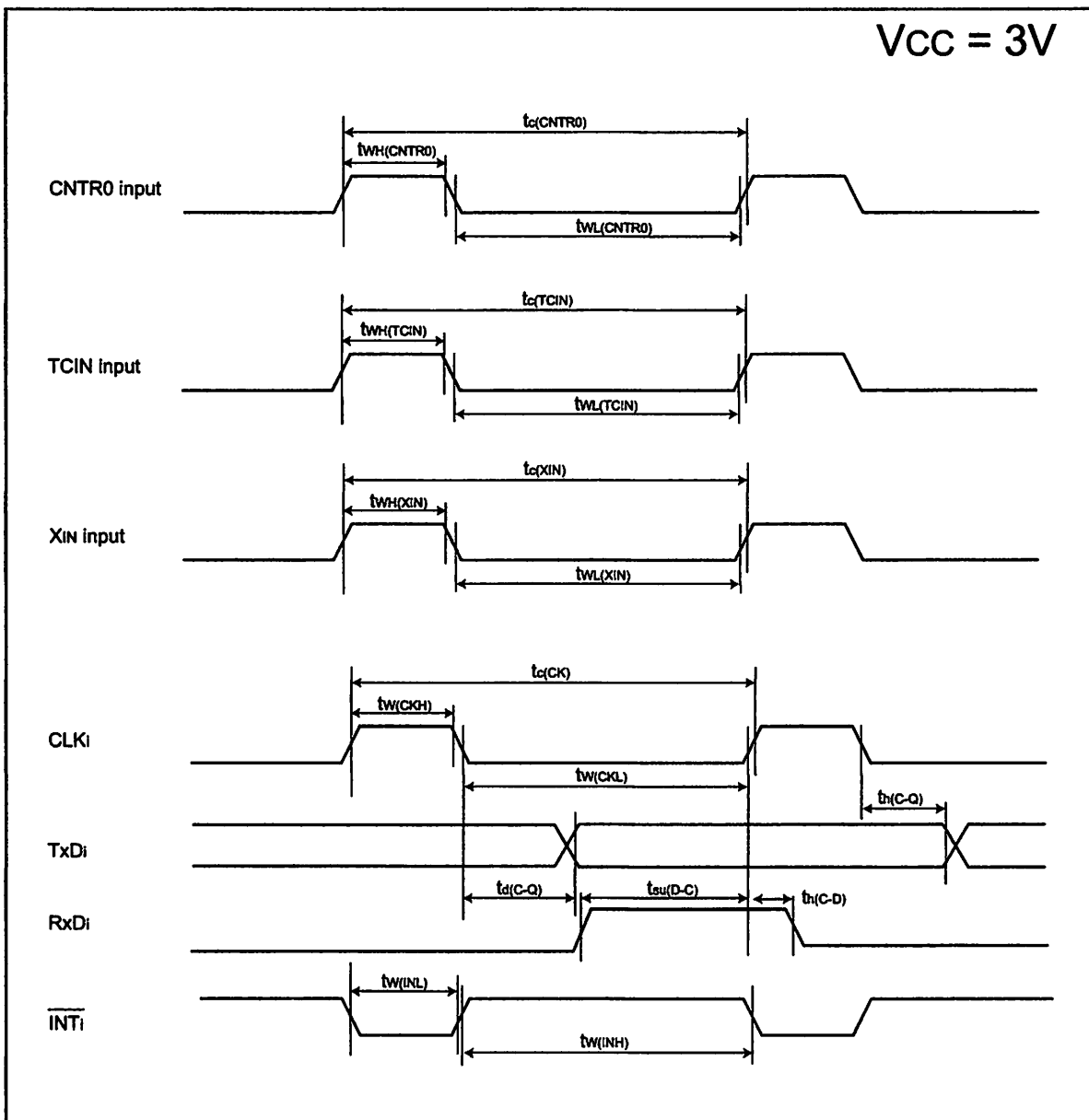
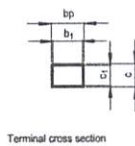
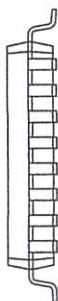
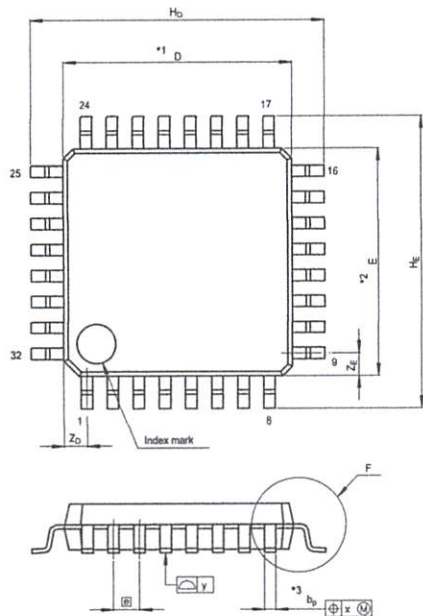


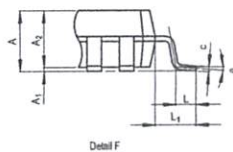
Figure 5.5 Vcc=3V timing diagram

Package Dimensions

JEITA Package Code	RENESAS Code	Previous Code	MASS[Typ.]
P-LQFP32-7x7-0.80	PLQP0032GB-A	32PBU-A	0.2g



Terminal cross section



Detail F

NOTE)
 1. DIMENSIONS *1 AND *2 DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
 2. DIMENSION *F DOES NOT INCLUDE TRIM OFFSET.

Reference Symbol	Dimension in Millimeters		
	Min	Nom	Max
D	6.9	7.0	7.1
E	6.9	7.0	7.1
A ₂	—	1.4	—
H ₀	6.8	9.0	9.2
H _E	6.8	9.0	9.2
A	—	—	1.7
A ₁	0	0.1	0.2
b ₀	0.32	0.37	0.42
b ₁	—	0.35	—
c	0.09	0.145	0.20
c ₁	—	0.125	—
φ	0*	—	8*
φ	—	0.8	—
x	—	—	0.20
y	—	—	0.10
Z ₀	—	0.7	—
Z _E	—	0.7	—
L	0.3	0.5	0.7
L ₁	—	1.0	—

REVISION HISTORY

R8C/13 Group Datasheet

Date	Description	
	Page	Summary
Apr.27.2005	17	Table 5.7, 5.8 revised
	18	Table 5.10, Table 5.11 partly revised
	22	Table 5.18 partly revised
	26	Package Dimensions revised

REVISION HISTORY

R8C/13 Group Datasheet

Date	Description	
	Page	Summary
Oct 28, 2003		First edition issued
Dec05, 2003	5	Figure 1.3 revised
	10	Chapter 4, NOTES revised
	16	Table 5.4 revised Table 5.5 revised
	17	Table 5.6 revised Figure 5.3 added
	18	Table 5.8 revised Table 5.10 revised
	21	Figure 5.3 revised to Figure 5.4
	22	Table 5.17 revised
	25	Figure 5.4 revised to Figure 5.5
Sep 30, 2004	All pages	Words standardized (on-chip oscillator, serial interface, A/D)
	2	Table 1.1 revised
	5	Figure 1.3, NOTES 3 added
	6	Table 1.3 revised
	9	Figure 3.1, NOTES added
	10-13	One body sentence in chapter 4 added ; Titles of Table 4.1 to 4.4 added
	12	Table 4.3 revised ; Table 4.4 revised
	14	Table 5.2 revised
	15	Table 5.3 revised
	16	Table 5.4 and Table 5.5 revised
	17	Table 5.6, 5.7 and 5.8 revised ; Figure 5.3 revised
	18	Table 5.9 and 5.11 revised
	19	Table 5.12 revised
	20	Table 5.13 revised
	22	Table 5.18 revised
23	Table 5.19 revised	
24	Table 5.20 and Table 5.24 revised	
Apr.27.2005	4	Table 1.2, Figure 1.2 package name revised
	5	Figure 1.3 package name revised
	10	Table 4.1 revised
	12	Table 4.3 revised
	15	Table 5.3 partly revised
	16	Table 5.4, Table 5.5 partly added

**SN5414, SN54LS14,
SN7414, SN74LS14**
HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS
DECEMBER 1983—REVISED MARCH 1988

- Operation from Very Slow Edges
- Improved Line-Receiving Characteristics
- High Noise Immunity

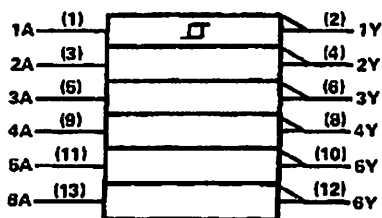
description

Each circuit functions as an inverter, but because of the Schmitt action, it has different input threshold levels for positive (V_{T+}) and for negative (V_{T-}) signals.

These circuits are temperature-compensated and can be triggered from the slowest of input ramps and still give clean, jitter-free output signals.

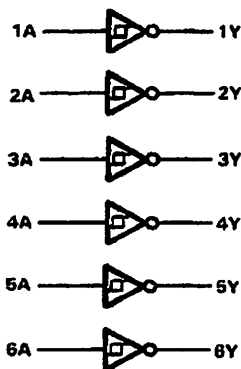
The SN5414 and SN54LS14 are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C . The SN7414 and the SN74LS14 are characterized for operation from 0°C to 70°C .

logic symbol†



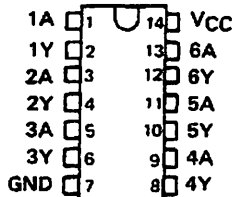
† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12. Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

logic diagram (positive logic)

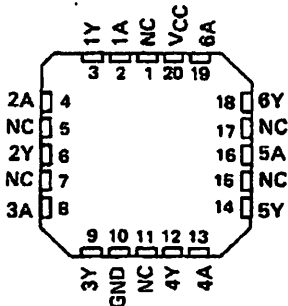


$Y = \bar{A}$

SN5414, SN54LS14 . . . J OR W PACKAGE
SN7414 . . . N PACKAGE
SN74LS14 . . . D OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



SN54LS14 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC—No internal connection

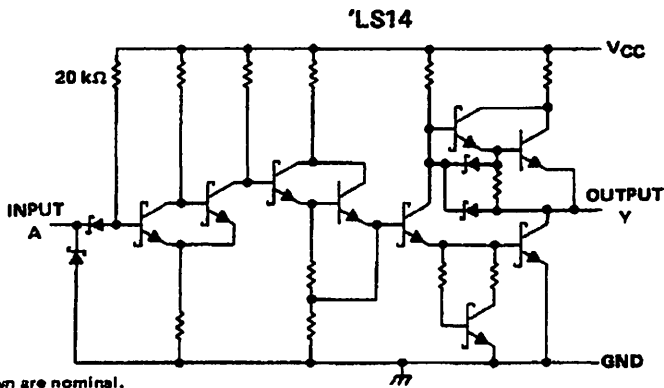
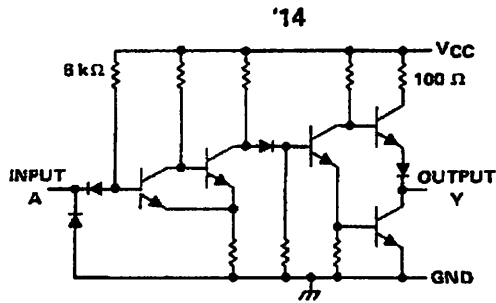
PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



POST OFFICE BOX 658012 • DALLAS, TEXAS 75265

SN5414, SN54LS14, SN7414, SN74LS14 HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

schematics



Resistor values shown are nominal.

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

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	7 V
Input voltage: '14	5.5 V
'LS14	7 V
Operating free-air temperature: SN54'	-55°C to 125°C
SN74'	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

SN5414, SN7414 HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

recommended operating conditions

	SN5414			SN7414			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V_{CC} Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
I_{OH} High-level output current			-0.8			-0.8	mA
I_{OL} Low-level output current			16			16	mA
T_A Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

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

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{T+}	$V_{CC} = 5\text{ V}$	1.5	1.7	2	V
V_{T-}	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.6	0.9	1.1	V
Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.4	0.8		V
V_{IK}	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $I_I = -12\text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $V_I = 0.6\text{ V}$, $I_{OH} = -0.8\text{ mA}$	2.4	3.4		V
V_{OL}	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $V_I = 2\text{ V}$, $I_{OL} = 16\text{ mA}$		0.2	0.4	V
I_{T+}	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_I = V_{T+}$		-0.43		mA
I_{T-}	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_I = V_{T-}$		-0.56		mA
I_I	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 5.5\text{ V}$			1	mA
I_{IH}	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_{IH} = 2.4\text{ V}$			40	μA
I_{IL}	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_{IL} = 0.4\text{ V}$		-0.8	-1.2	mA
$I_{OS}§$	$V_{CC} = \text{MAX.}$	-18		-55	mA
I_{CCH}	$V_{CC} = \text{MAX.}$		22	36	mA
I_{CCL}	$V_{CC} = \text{MAX.}$		39	60	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	A	Y	$R_L = 400\ \Omega$, $C_L = 15\text{ pF}$		15	22	ns
t_{PHL}					15	22	ns


**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 658012 • DALLAS, TEXAS 75265

SN54LS14, SN74LS14 HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

recommended operating conditions

	SN54LS14			SN74LS14			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V _{CC} Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
I _{OH} High-level output current			-0.4			-0.4	mA
I _{OL} Low-level output current			4			8	mA
T _A Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

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

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN54LS14			SN74LS14			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V _{T+}	V _{CC} = 5 V	1.4	1.6	1.9	1.4	1.6	1.9	V
V _{T-}	V _{CC} = 5 V	0.5	0.8	1	0.5	0.8	1	V
Hysteresis (V _{T+} - V _{T-})	V _{CC} = 5 V	0.4	0.8		0.4	0.8		V
V _{IK}	V _{CC} = MIN, I _I = -18 mA			-1.5			-1.5	V
V _{OH}	V _{CC} = MIN, V _I = 0.5 V, I _{OH} = -0.4 mA	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V _{OL}	V _{CC} = MIN, V _I = 1.9 V, I _{OL} = 4 mA I _{OL} = 8 mA		0.25	0.4		0.25	0.4	V
I _{T+}	V _{CC} = 5 V, V _I = V _{T+}		-0.14			-0.14		mA
I _{T-}	V _{CC} = 5 V, V _I = V _{T-}		-0.18			-0.18		mA
I _I	V _{CC} = MAX, V _I = 7 V			0.1			0.1	mA
I _{IH}	V _{CC} = MAX, V _{IH} = 2.7 V			20			20	µA
I _{IL}	V _{CC} = MAX, V _{IL} = 0.4 V			-0.4			-0.4	mA
I _{OS§}	V _{CC} = MAX	-20		-100	-20		-100	mA
I _{CCH}	V _{CC} = MAX		8.6	16		8.6	16	mA
I _{CCL}	V _{CC} = MAX		12	21		12	21	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

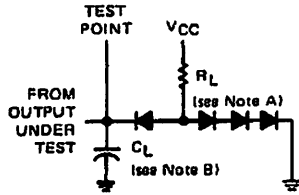
§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

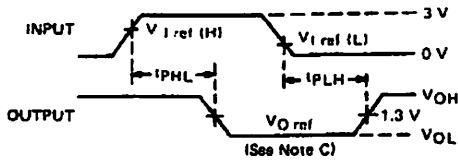
PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
t _{PLH}	A	Y	R _L = 2 kΩ,	C _L = 15 pF		15	22	ns
t _{PHL}						15	22	ns

SN5414, SN54LS14, SN7414, SN74LS14 HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



LOAD CIRCUIT



VOLTAGE WAVEFORMS

- NOTES: A. All diodes are 1N3064 or equivalent.
 B. C_L includes probe and jig capacitance.
 C. Generator characteristics and reference voltage are:

	Generator Characteristics				Reference Voltages		
	Z_{out}	FRR	t_r	t_f	$V_{1 \text{ ref (H)}}$	$V_{1 \text{ ref (L)}}$	$V_{O \text{ ref}}$
SN54'/SN74'	50 Ω	1 MHz	10 ns	10 ns	1.7 V	0.9 V	1.5 V
SN54LS'/SN74LS'	50 Ω	1 MHz	15 ns	6 ns	1.8 V	0.8 V	1.3 V

TYPICAL CHARACTERISTICS OF '14 CIRCUITS

POSITIVE-GOING THRESHOLD VOLTAGE
VS
FREE-AIR TEMPERATURE

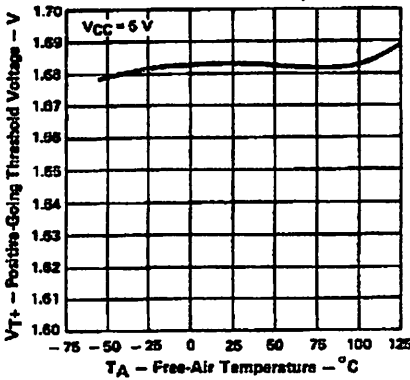


FIGURE 1

NEGATIVE-GOING THRESHOLD VOLTAGE
VS
FREE-AIR TEMPERATURE

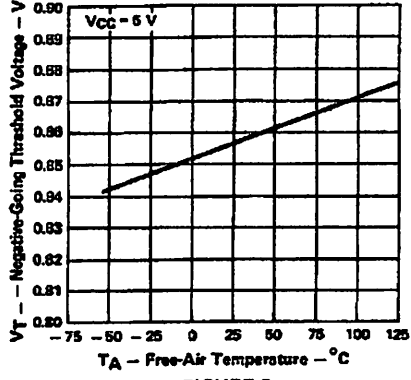


FIGURE 2

HYSTERESIS
VS
FREE-AIR TEMPERATURE

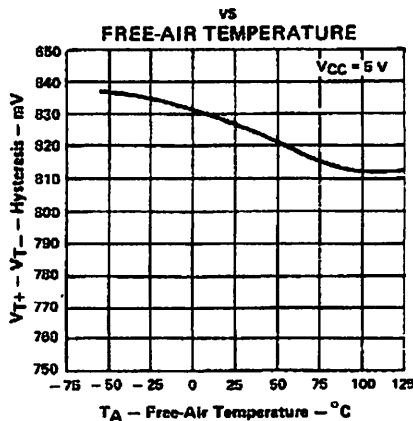


FIGURE 3

Data for temperatures below 0°C and 70°C and supply voltages below 4.75V and above 5.25 V are applicable for SN5414 only.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

SN5414, SN7414
HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

TYPICAL CHARACTERISTICS OF '14 CIRCUITS

DISTRIBUTION OF UNITS FOR HYSTERESIS

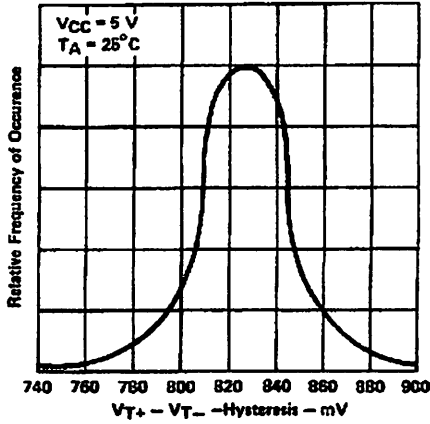


FIGURE 4

THRESHOLD VOLTAGES VS SUPPLY VOLTAGE

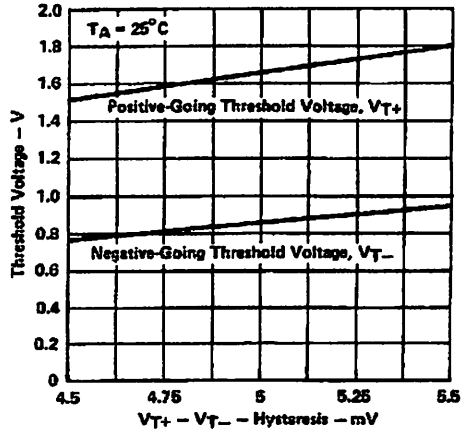


FIGURE 5

HYSTERESIS VS SUPPLY VOLTAGE

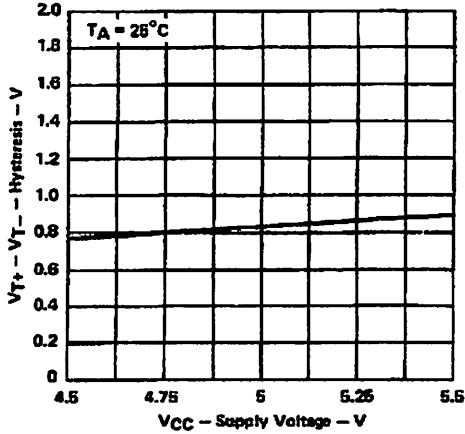


FIGURE 6

OUTPUT VOLTAGE VS INPUT VOLTAGE

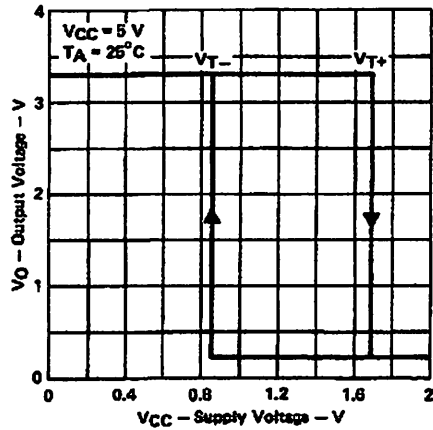


FIGURE 7

Data for temperatures below 0°C and 70°C and supply voltages below 4.75 V and above 5.25 V are applicable for SN5414 only.



POST OFFICE BOX 695012 • DALLAS, TEXAS 75265

**SN54LS14, SN74LS14
HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS**

TYPICAL CHARACTERISTICS OF 'LS14 CIRCUITS

**POSITIVE-GOING THRESHOLD VOLTAGE
vs
FREE-AIR TEMPERATURE**

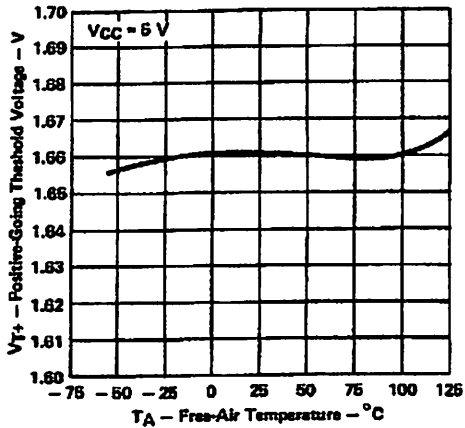


FIGURE 8

**NEGATIVE-GOING THRESHOLD VOLTAGE
vs
FREE-AIR TEMPERATURE**

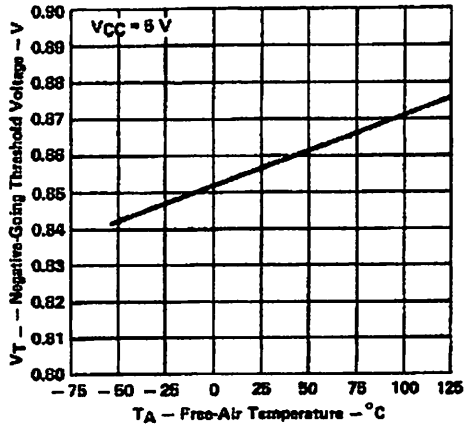


FIGURE 9

**HYSTERESIS
vs
FREE-AIR TEMPERATURE**

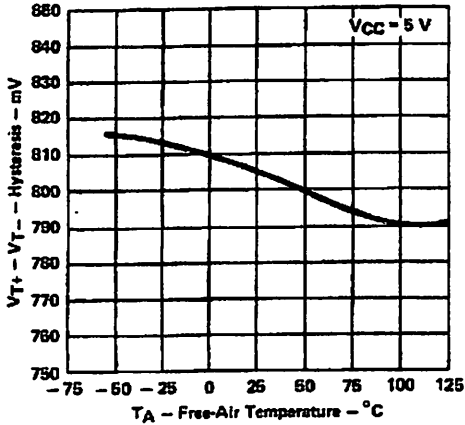


FIGURE 10

**DISTRIBUTION OF UNITS
FOR HYSTERESIS**

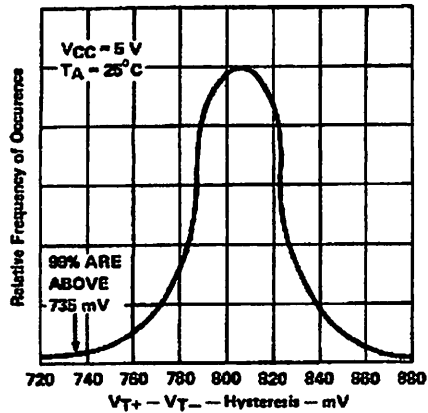


FIGURE 11

Data for temperatures below 0°C and above 70°C and supply voltages below 4.75 V and above 6.25 V are applicable for SN54LS14 only.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

SN54LS14, SN74LS14
HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS

TYPICAL CHARACTERISTICS OF 'LS14 CIRCUITS

THRESHOLD VOLTAGES AND HYSTERESIS
VS
SUPPLY VOLTAGE

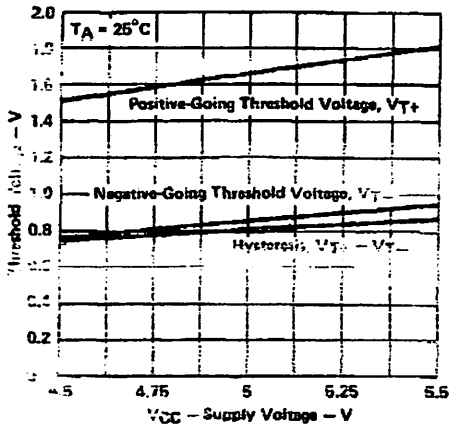


FIGURE 12

OUTPUT VOLTAGE
VS
INPUT VOLTAGE

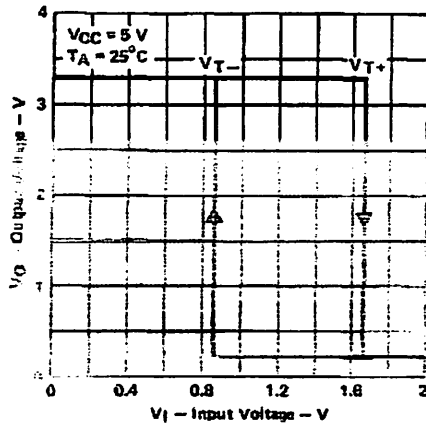


FIGURE 13

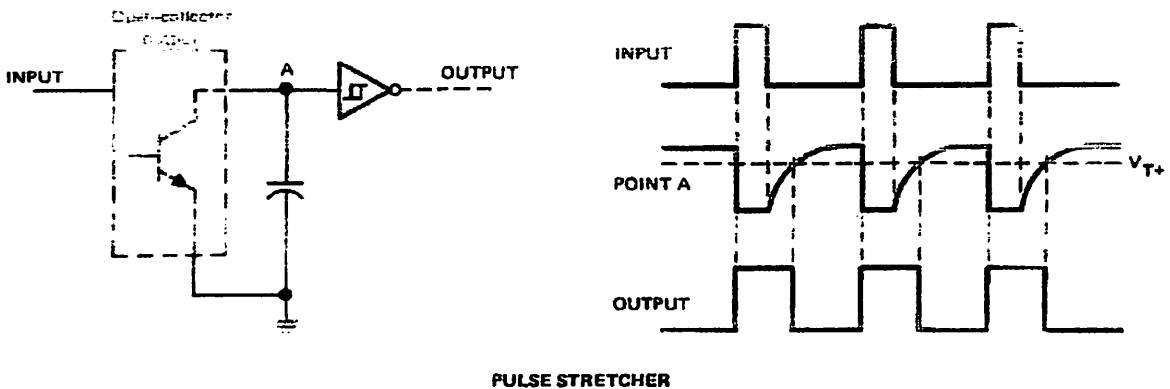
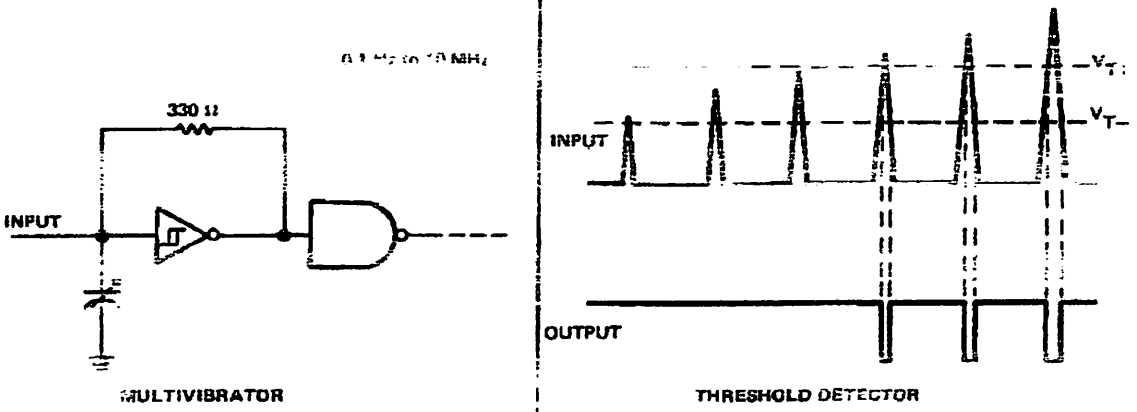
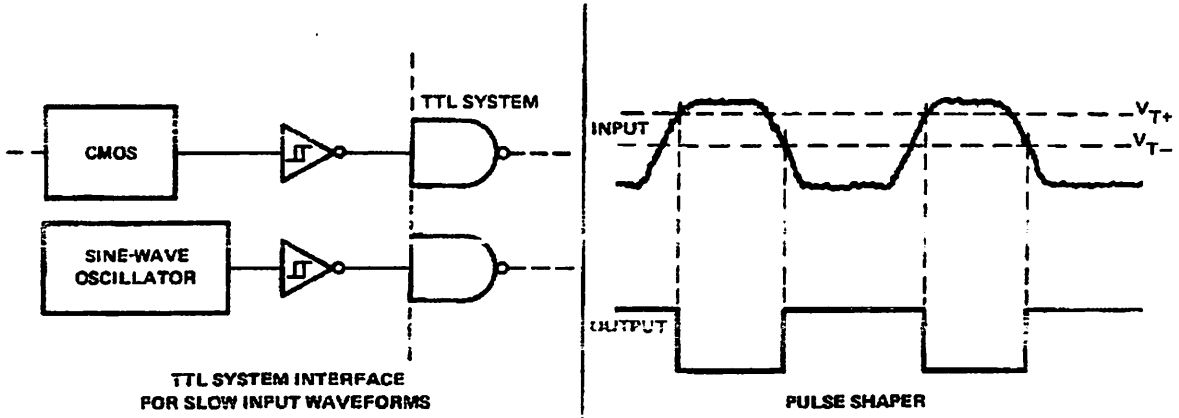
Data for temperatures below 0°C and above 70°C and supply voltages below 4.75 V and above 5.25 V are applicable for SN54LS14 only.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75285

**SN5414, SN54LS14,
SN7414, SN74LS14
HEX SCHMITT-TRIGGER INVERTERS**

TYPICAL APPLICATION DATA





SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

KTC9014

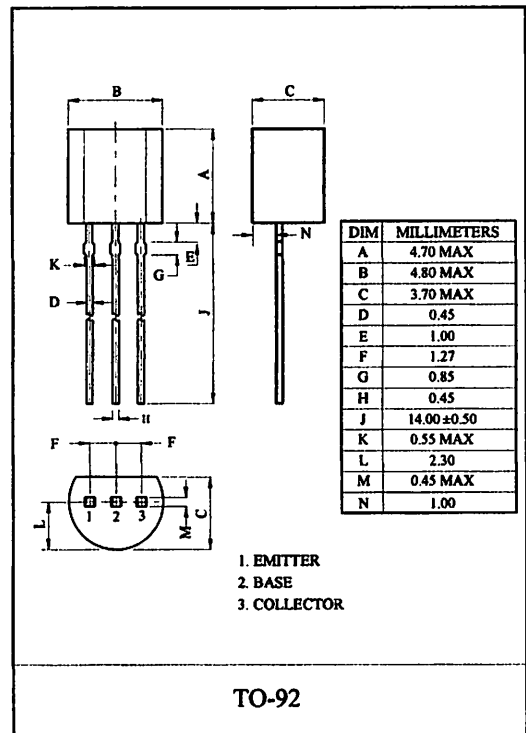
EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR

GENERAL PURPOSE APPLICATION.
GENERAL APPLICATION.

FEATURES
 1. Excellent h_{FE} Linearity
 $h_{FE}(I_C=0.1mA)/h_{FE}(I_C=2mA)=0.95$ (Typ.)
 2. Noise: NF=1dB(Typ.) at f=1kHz.
 3. Complementary to KTC9015.

MAXIMUM RATING (Ta=25°C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	RATING	UNIT
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	60	V
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	50	V
Base-Emitter Voltage	V_{EBO}	5	V
Collector Current	I_C	150	mA
Emitter Current	I_E	-150	mA
Collector Power Dissipation	P_C	625	mW
Storage Temperature	T_j	150	°C
Operating Temperature Range	T_{stg}	-55 ~ 150	°C



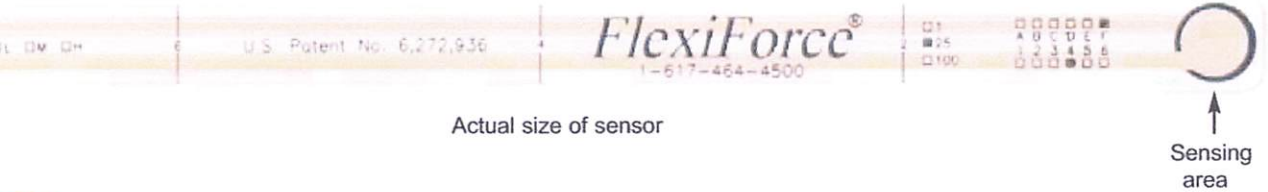
STATIC CHARACTERISTICS (Ta=25°C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Collector Cut-off Current	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	-	-	50	nA
Base Cut-off Current	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	-	-	100	nA
Current Gain	h_{FE} (Note)	$V_{CE}=5V, I_C=1mA$	60	-	1000	
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100mA, I_B=10mA$	-	0.1	0.25	V
Transition Frequency	f_T	$V_{CE}=10V, I_C=1mA, f=100MHz$	60	-	-	MHz
Collector Output Capacitance	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	-	2.0	3.5	pF
Noise Figure	NF	$V_{CE}=6V, I_C=0.1mA, R_g=10k\Omega, f=1kHz$	-	1.0	10	dB

Classification A:60~150, B:100~300, C:200~600, C1:200~320, C2:280~420, C3:380~600, D:400~1000

FlexiForce®

A201 Standard Force & Load Sensors



Properties

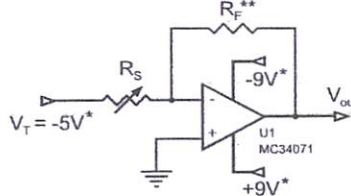
- 0.008" (0.208 mm)
- 7.75" (197 mm),
optional trimmed lengths: 6" (152 mm), 4" (102 mm), or 2" (51mm)
- 0.55" (14 mm)
- 0.375" diameter (9.53 mm)
- 3-pin Male Square Pin (center pin is inactive)
- Polyester (ex: Mylar)

Force Ranges (as tested with circuit shown below)

- 0 N)
- 10 N)*
- Measure forces above 100 lb
-), apply a lower drive
- duce the resistance of the
- tor (1kΩ min.)

Recommended Circuit

$$V_{out} = -V_T * (R_F / R_S)$$



- * Supply Voltages should be constant
- ** Reference Resistance R_F is 1kΩ to 100kΩ
- Sensor Resistance R_S at no load is > 5MΩ
- Max recommended current: 2.5 mA

Performance

Evaluation Conditions

- < ±3%
- < ±2.5% of full scale
- < 4.5 % of full scale
- < 5% per logarithmic time scale
- < 5 μsec

- Line drawn from 0 to 50% load
- Conditioned sensor, 80% of full force applied
- Conditioned sensor, 80% of full force applied
- Constant load of 25 lb (111 N)
- Impact load, output recorded on oscilloscope
- Time required for the sensor to respond to an input force

Temperature 15°F - 140°F (-9°C - 60°C)*

*Force reading change per degree of temperature change = ±0.2%/°F (0.36%/°C)

*For loads less than 10 lbs., the operating temperature can be increased to 165°F (74°C)