

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR

2.1 KAJIAN TEORI

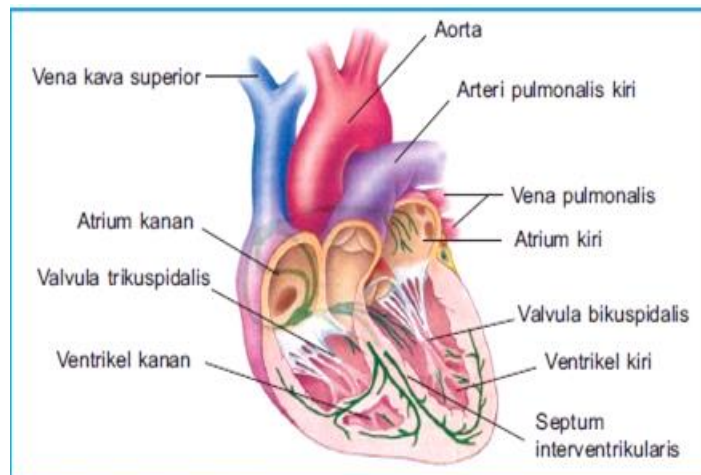
2.1.1 Teori Jantung

2.1.1.1 Anatomi Jantung

Jantung adalah organ tubuh yang berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Jantung manusia terletak di dalam rongga dada sebelah kiri. Ukuran jantung orang dewasa kira – kira sebesar kepalan tangan. Jantung memompa darah dengan cara berkontraksi dan berelaksasi secara bergantian sehingga jantung berdenyut, mengembang dan mengempis.

Jantung mempunyai empat ruangan, yaitu atrium sinister (serambi kiri), atrium dexter (serambi kanan), ventrikel sinister (bilik kiri), dan ventrikel dexter (bilik kanan). Antarsisi kiri dan kanan jantung dipisahkan oleh **septum** (sekat) yang berupa otot yang padat¹. Pada gambar 2.1 merupakan bagian – bagian jantung pada manusia.

¹<http://www.sentra-edukasi.com/2011/07/sistem-fungsi-anatomi-jantung-manusia.html> [Diunduh Feb 2013]



Gambar 2.1. Bagian – Bagian Jantung

Sumber : Internet [<http://www.sentra-edukasi.com>] diunduh Feb 2013

2.1.1.2 Aktifitas dan Denyut Jantung

Denyut jantung merupakan kontraksi ruang bagian bawah jantung yang memompa darah ke seluruh tubuh. Berdasarkan hasil kajian ilmiah bidang kedokteran, denyut jantung terjadi karena adanya impuls listrik teratur yang dibangkitkan dari salah satu jaringan pada dinding ruangan atrium kanan jantung. Jaringan ini dinamakan simpul SA (SA node).²

Kecepatan dari denyut jantung ditentukan oleh kecepatan dari signal listrik yang berasal dari pemacu jantung, SA node. Signal listrik dari SA node mengalir melalui kedua serambi, menyebabkan kedua serambi berkontraksi mengalirkan darah ke kedua bilik. Kemudian signal listrik ini mengalir melalui AV node mencapai kedua bilik. Irama denyut jantung dipengaruhi oleh keadaan saraf jantung yang merupakan bagian dari sistem saraf otonom (autonomic nervous

²<http://obatalami-plus.com/denyut-jantung>, terakhir diakses pada Feb 2013

system), yaitu sistem saraf yang berhubungan dengan aktivitas tubuh dan bekerja di bawah kesadaran.

Sistem saraf otonom tersebut terbentuk dari dua jenis saraf, yaitu saraf simpatik dan saraf parasimpatik. Saraf-saraf ini berasal dari sumsum tulang belakang dan otak yang dapat mengirimkan impuls ke SA node atau bagian-bagian jantung lainnya. Saraf simpatik berperan meningkatkan laju denyut jantung. Saraf ini biasanya aktif ketika tubuh merespon bahaya atau ketika kita berada dalam keadaan takut atau marah, melakukan aktivitas berat, atau aktivitas-aktivitas lain yang menggunakan kekuatan emosi. Lain halnya dengan saraf parasimpatik, saraf ini berperan menurunkan laju denyut jantung.³

Denyut jantung biasanya mengacu pada jumlah waktu yang dibutuhkan oleh detak jantung per satuan waktu, secara umum direpresentasikan sebagai bpm (beats per minute)⁴. Denyut jantung rata-rata manusia normal antara 70 denyut/menit, sedangkan rata-rata denyut jantung orang dewasa dalam keadaan istirahat adalah 70 denyut/menit. Orang yang melakukan aktifitas denyut jantungnya meningkat antara 90-100 denyut/menit. Tetapi hal ini dipengaruhi oleh aktifitas, berat badan, dan jenis kelamin.⁵ Meskipun jumlah denyut bervariasi, tapi denyut yang terlalu tinggi atau rendah dapat menunjukkan adanya masalah yang mendasar. Pada tabel 2.1 adalah daftar kategori kualitas jantung pria berdasarkan jumlah detak jantung manusia dalam keadaan tidak beraktivitas.

³<http://obatalami-plus.com/denyut-jantung>, terakhir diakses pada Feb 2013

⁴<http://www.penyakitjantung.net/denyut-jantung-normal/#more-36>, terakhir diakses pada Feb 2013

Tabel 2.1. Kategori Kualitas Jantung Berdasarkan Jumlah Detak Jantung Pria Normal*

Jenis Kelamin	Usia (tahun)	Jumlah Detak Jantung / Menit	Katagori
Pria	20 – 29	< 60 kali	Sangat baik
	30 – 39	< 64 kali	
	40 – 49	< 66 kali	
	50 ke atas	< 68 kali	
	20 – 29	60 – 69 kali	Baik
	30 – 39	65 – 71 kali	
	40 – 49	66 –73 kali	
	50 ke atas	68 – 75 kali	
	20 – 29	70 - 75 kali	Cukup
	30 – 39	72 – 87 kali	
	40 – 49	74 – 89 kali	
	50 ke atas	79 – 91 kali	
	20 – 29	> 85 kali	Kurang
	30 – 39	>87 kali	
	40 – 49	>89 kali	
	50 ke atas	>91 kali	

*Komunitas & Perpustakaan Online Indonesia. [terhubung berkala]
<http://organisasi.org/banyaknya-jumlah-denyut-nadi-normal-detak-jantung-normal-manusia-permenit> [10 Sept 2013]

Pada tabel 2.2 adalah daftar kategori kualitas jantung wanita berdasarkan jumlah detak jantung manusia dalam keadaan tidak beraktivitas.

Tabel 2.2. Kategori Kualitas Jantung Berdasarkan Jumlah Detak Jantung Wanita Normal*

Jenis Kelamin	Umur (tahun)	Jumlah detak jantung / menit	Kategori
Wanita	20 – 29	<70 kali	Sangat baik
	30 – 39	< 72 kali	
	40 – 49	< 74 kali	
	50 ke atas	<76 kali	
	20 – 29	70 - 77 kali	Baik
	30 – 39	72 – 79 kali	
	40 – 49	74 – 81 kali	
	50 ke atas	76 – 83 kali	
	20 – 29	78 - 94 kali	Cukup
	30 – 39	80 –96 kali	
	40 – 49	82 – 98 kali	
	50 ke atas	84 – 100 kali	
	20 – 29	> 85 kali	Kurang
	30 – 39	>87 kali	
	40 – 49	>89 kali	
	50 ke atas	>91 kali	

*Komunitas & Perpustakaan Online Indonesia. [terhubung berkala]
<http://organisasi.org/banyaknya-jumlah-denyut-nadi-normal-detak-jantung-normal-manusia-permenit> [10 Sept 2013]

2.1.2 Sensor Inframerah

2.1.2.1 Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik⁶. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, dan sensor tekanan.

2.1.2.2 Inframerah

Sistem sensor infra merah pada dasarnya menggunakan inframerah sebagai media untuk komunikasi data antara *receiver* dan *transmitter*.

Inframerah adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Namanya berarti "bawah merah" (dari bahasa Latin *infra*, "bawah"), merah merupakan warna dari cahaya tampak dengan gelombang terpanjang. Radiasi inframerah memiliki jangkauan tiga "order" dan memiliki panjang gelombang antara 700 nm dan 1 mm. Inframerah ditemukan secara tidak sengaja oleh Sir William Herschell, astronom kerajaan Inggris ketika ia sedang mengadakan penelitian mencari bahan penyaring optik yang akan digunakan untuk mengurangi kecerahan gambar matahari dalam tata surya teleskop.⁷

⁶<http://www.musbikhin.com/pengertian-sensor-dan-macam-macam-sensor>, terakhir diakses pada 8 April 2013

⁷<http://id.wikipedia.org/wiki/Inframerah>, terakhir diakses pada 8 April 2013

2.1.2.3 LED Inframerah

LED Inframerah merupakan salah satu komponen yang digunakan sebagai rangkaian pemancar infra merah. LED Inframerah terbuat dari bahan *Arsenida Gallium* (GaAs) atau *Fosfida Gallium* (GaP) dan ditempatkan dalam satu wadah yang tembus pandang. Pada saat dioda dibias panjar maju medan listrik akan menggerakkan elektron pita konduksi melewati junction dan jatuh ke dalam hole. Pada saat elektron – elektron jatuh dari pita konduksi ke pita valensi dioda tersebut memancarkan energi. Energi yang dipancarkan dalam bentuk panas. Led Inframerah dapat digunakan dalam sistem tanda bahaya dan ruang lingkup lain yang membutuhkan pancaran yang tidak terlihat⁸. Bentuk fisik dan simbol elektronika LED Inframerah ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Bentuk Fisik dan Simbol Elektronika LED Inframerah

Sumber : Internet [<http://electrizmatchz.blogspot.com>], terakhir diakses 8 April 2013

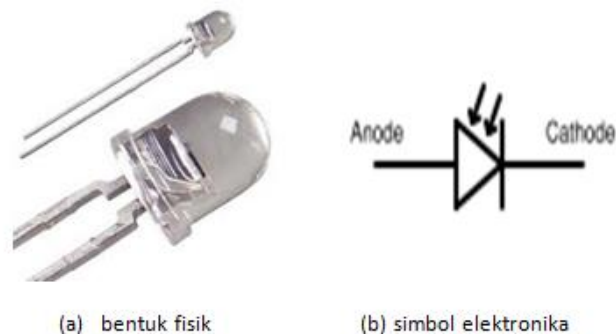
2.1.2.4 Fotodioda

Pada penerima inframerah digunakan komponen fotodioda karena komponen tersebut dapat merubah cahaya inframerah ke sinyal listrik. Jika cahaya luar

⁸Sri Budi Handayani, Penggunaan IC Mikrokontroler Sebagai Penampil Denyut Jantung[skripsi], (Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2004), h.9.

mengenai *junction* fotodiode yang dibias panjar mundur akan dihasilkan pasangan elektron-hole dalam lapisan pengosongan. Arus bias tersebut sebanding dengan intensitas cahaya apabila tegangan ditahan konstan. Makin kuat cahaya maka makin besar arus yang dihasilkan. Karenanya fotodiode merupakan detektor cahaya yang baik sekali.

Fotodiode merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Fotodiode merupakan sebuah diode dengan sambungan pn yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh fotodiode ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X. Aplikasi fotodiode mulai dari penghitung kendaraan di jalan umum secara otomatis, pengukur cahaya pada kamera serta beberapa peralatan di bidang medis. Bentuk fisik dan simbol elektronika fotodiode ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Gambar Bentuk Fisik dan Simbol Elektronika Fotodiode

Sumber : Internet <http://electronz-electronicsdesigning.blogspot.com>

2.1.3 Penguat *Operational Amplifier*

Istilah ‘penguat operasional’ (*operational amplifier*) secara umum menggambarkan tentang sebuah rangkaian penguat penting yang membentuk

dasar dari rangkaian – rangkaian audio dan video, penyaring atau tapis, *buffer*, penggerak – penggerak saluran, penguat instrumentasi, komparator atau pembanding, osilator, dan berbagai macam rangkaian analog lainnya. Penguat operasional dikenal juga secara umum dengan nama singkat op-amp. Meskipun rangkaian penguat operasional dapat dirancang dari komponen – komponen diskrit, namun demikian hampir seluruhnya selalu digunakan dalam bentuk rangkaian terintegrasi (*Integrated Circuit / IC*).⁹

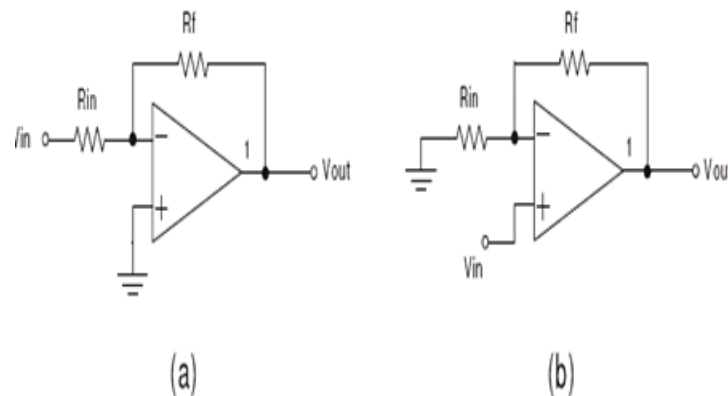
Karakteristik dasar dari OP-Amp antara lain, yaitu :¹⁰

- a. Impedansi masukan sangat tinggi, sehingga arus masukan praktis dapat diabaikan.
- b. Penguatan loop terbuka sangat tinggi.
- c. Impedansi keluaran sangat rendah, sehingga keluaran penguat tidak terpengaruh oleh pembebanan.

Op amp banyak digunakan untuk berbagai tujuan dalam elektronika, misalnya sebagai penguat tegangan, komputer analog, pengubah arus ke tegangan, penguatan tegangan ke arus, penapis dan sebagainya. Pada dasarnya ada dua macam penguatan yaitu *inverting* dan *non-inverting* dengan konfigurasi seperti gambar 2.4.

⁹George Clayton dan Steve Winder, Operational Amplifiers Ed.ke-5, (Jakarta : Erlangga,2004),h.1.

¹⁰Sri Budi Handayani, Penggunaan IC Mikrokontroler Sebagai Penampil Denyut Jantung[skripsi], (Jakarta: Fakultas Teknik,Universitas Negeri Jakarta,2004),h.12.



Gambar 2.4. Rangkaian Penguat (a) *Inverting* (b) *Non-Inverting*

Sumber : Internet [<http://elib.unikom.ac.id>] diunduh tgl 8 april 2013

a. *Inverting* (Penguat Membalik)

Sebuah penguat penerima arus dan tegangan kecil pada masukannya dan menjangkitkan arus atau tegangan yang lebih besar pada keluarannya. Keluarannya dikendalikan sebagai fungsi daripada masukan. Penguat membalik op-amp diperlihatkan pada (gambar 2.4.a), dimana terminal non inverting ditanahkan.¹¹

Pada (gambar 2.4.a) merupakan rangkaian umpan balik yang merupakan satu dari banyak rangkaian yang menggunakan op-amp, penguatan rangkaian dapat diatur dengan mengatur besar nilai R_f dan R_{in} penguat ini dapat menguatkan sinyal bolak balik maupun searah.

¹¹ Sri Budi Handayani, Penggunaan IC Mikrokontroler Sebagai Penampil Denyut Jantung[skripsi], (Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2004), h.13.

b. *Non-Inverting* (Penguat Tak Membalik)

Op-amp dapat dipakai untuk mengatur penguatan tetap diberikan pada masukan membalik, tapi V_{in} diberikan masukan tak membalik. Tegangan keluaran akan sefasa dengan tegangan masukan untuk rangkaian ini.¹²

Perbedaan dengan penguat *inverting* adalah dimana sinyal masukan V_i dihubungkan langsung ke masukan *non-inverting*.

Persamaan penguatan pada gambar 2.4. (a) dan (b) adalah sebagai berikut:

***Inverting* :**

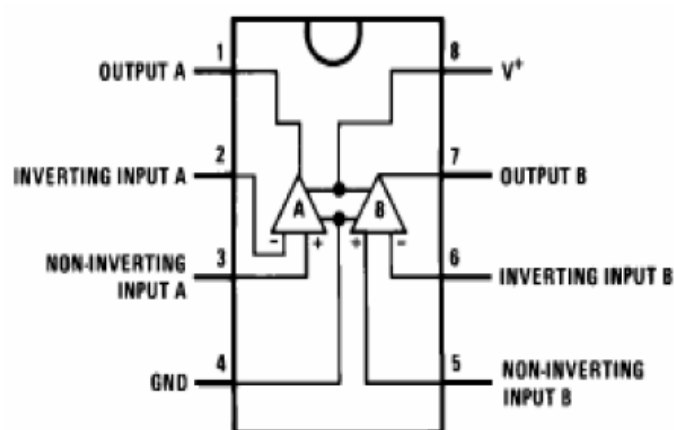
$$V_{out} = - \frac{R_f}{R_{in}} \cdot V_{in} \dots \dots \dots (1)$$

***Non Inverting* :**

$$V_{out} = \frac{R_{in} + R_f}{R_{in}} \cdot V_{in} = \left(1 + \frac{R_f}{R_{in}} \right) \cdot V_{in} \dots \dots \dots (2)$$

Dalam penelitian peneliti menggunakan IC Op amp jenis LM 358 sebagai penguat tegangan dari sensor pada rangkaian alat pengukur laju detak jantungnya.

Gambar 2.5 adalah konfigurasi IC LM

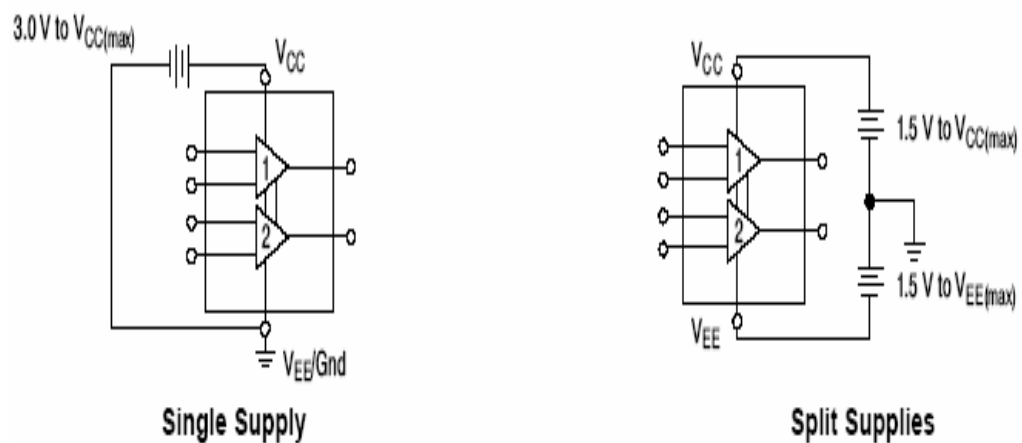


Gambar 2.5. Konfigurasi Pin IC LM 358

Sumber : Internet [<http://elib.unikom.ac.id>] diunduh tgl 8 april 2013

¹²Ibid.,h.14.

Penguat LM358 mempunyai 2 rangkaian penguatan (gambar 2.5). Amplifier jenis LM358 mempunyai beberapa keuntungan diatas tipe amplifier standar dalam mode *single supply*. Dapat beroperasi pada voltase daya dan 3V sampai 32V. Mode masukan daya (*supply*) ini termasuk *negative supply*, dengan demikian menghilangkan eksternal bias dari komponen pada banyak aplikasi. Cakupan voltase keluaran juga meliputi voltase negatif (*negative supply*). IC LM358 dalam pengoperasiannya dapat dilakukan secara *single supply* atau *split supply* seperti gambar 2.6.



Gambar 2.6. Single Supply dan Split Supplies IC LM 358

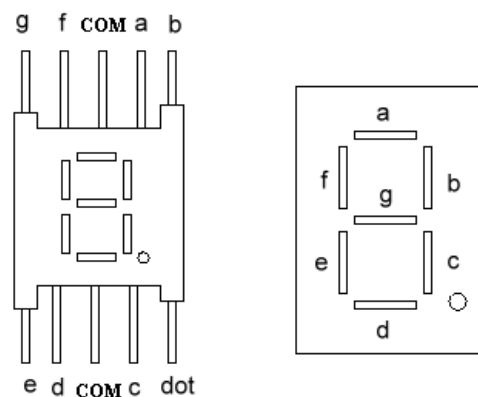
Sumber : Internet [<http://elib.unikom.ac.id>] diunduh tgl 8 april 2013

2.1.4 Seven Segment

Seven Segment adalah suatu segmen- segmen yang digunakan menampilkan angka. *Seven segment* merupakan display visual yang umum digunakan dalam dunia digital. *Seven segment* sering dijumpai pada jam digital, penunjuk antrian, display angka digital dan termometer digital. Penggunaan secara umum adalah untuk menampilkan informasi secara visual mengenai data-data yang sedang diolah oleh suatu rangkaian digital.¹³

¹³<http://www.ziddu.com/download/14648847/SevenSegmentindo.docx.html>, terakhir diakses pada Februari 2013

Seven segment tersusun atas 7 batang LED yang disusun membentuk angka 8 yang penyusunnya menggunakan diberikan lebel dari ‘a’ sampai ‘g’ dan satu lagi untuk dot point (DP). Setiap segmen terdiri dari 1 atau 2 Light Emitting Diode (LED) salah satu terminal LED dihubungkan menjadi satu sebagai kaki common. Gambar 2.7 merupakan *display seven segment*.



Seven-Segment Display

Gambar 2.7. Seven Segment Display

Sumber : Internet [<http://www.ziddu.com/download/14648847/SevenSegmentindo.docx.html>, terakhir diakses pada Februari 2013]

2.1.4.1 Prinsip Kerja *Seven Segment*:

Prinsip kerja *seven segment* ialah input biner pada switch dikonversikan masuk ke dalam decoder, baru kemudian decoder mengkonversi bilangan biner tersebut menjadi decimal, yang nantinya akan ditampilkan pada *seven segment*. *Seven segment* dapat menampilkan angka-angka desimal dan beberapa karakter tertentu melalui kombinasi aktif atau tidaknya LED penyusunan dalam *seven segment*. Untuk memudahkan penggunaan *seven segment*, umumnya digunakan sebuah decoder(mengubah/ mengkoversi input bilangan biner menjadi decimal)

atau *seven segment driver* yang akan mengatur aktif tidaknya LED-LED dalam *seven segment* sesuai dengan nilai biner yang diberikan.

Dekoder BCD ke *seven segment* digunakan untuk menerima masukan BCD 4-bit dan memberikan keluaran yang melewatkan arus melalui segmen untuk menampilkan angka desimal. Jenis dekoder BCD ke *seven segment* ada dua macam yaitu dekoder yang berfungsi untuk menyalakan *seven segment* mode common anoda dan dekoder yang berfungsi untuk menyalakan *seven segment* mode common katoda.

2.1.4.2 Jenis-jenis Seven Segment :

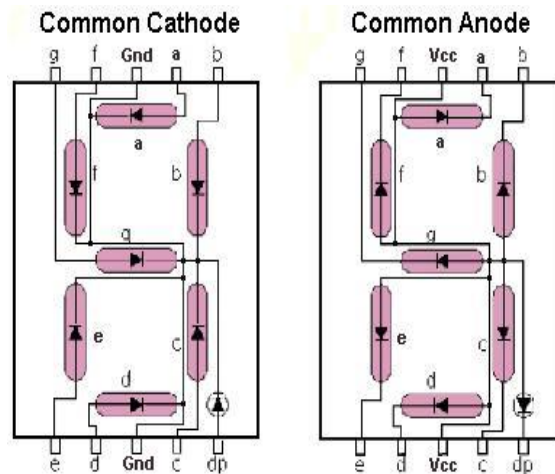
1. Common Anoda

Semua anoda dari LED dalam seven segmen disatukan secara parallel dan semua itu dihubungkan ke VCC, dan kemudian LED dihubungkan melalui tahanan pembatas arus keluar dari penggerak LED. Karena dihubungkan ke VCC, maka COMMON ANODA pberada pada kondisi AKTIF LOW (LED akan menyala/aktif bila diberi logika 0).

2. Common Katoda

Merupakan kebalikan dari Common Anoda. Semua katoda disatukan secara parallel dan dihubungkan ke GROUND. Karena seluruh katoda dihubungkan ke GROUND, maka COMMON KATODA berada pada kondisi AKTIF HIGH (LED akan menyala/aktif bila diberi logika 1).

Pada gambar 2.8 adalah jenis *seven segment* Common Cathode dan Common Anode.



Gambar 2.8. Common Cathode dan Common Anode

Sumber : Internet [<http://www.ziddu.com/download/14648847/SevenSegmentindo.docx.html>, terakhir diakses pada Februari 2013]

2.1.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh Texas Instrument dengan seri TMS 1000 pada tahun 1974 yang merupakan mikrokontroler 4 bit pertama. Mikrokontroler ini mulai dibuat sejak 1971. Merupakan mikrokomputer dalam sebuah chip, lengkap dengan RAM dan ROM. Kemudian, pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler yang kelak menjadi populer dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler 8 bit, yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS 48.¹⁴

Sebuah mikrokontroler pada dasarnya bekerja seperti sebuah mikroprosesor pada komputer. Keduanya memiliki sebuah CPU yang menjalankan instruksi

¹⁴<http://hme.ee.itb.ac.id/elektron/?p=32>, diakses pada bulan Januari 2013

program, melakukan logika dasar, dan pengolahan data. Namun agar dapat digunakan, sebuah mikroprosesor memerlukan tambahan komponen, seperti memori untuk menyimpan program dan data, juga interface input-output untuk berhubungan dengan dunia luar.¹⁵

Mikrokontroler telah memiliki memori dan interface input-otput di dalamnya, dan unit ADC yang dapat menerima masukkan sinyal analog secara langsung. Mikrokonktroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, remote controls, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis¹⁶ dan mikrontroler merupakan alat kontrol yang paling tepat untuk “ditanamkan” pada berbagai peralatan.

Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

¹⁵ Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, (jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012), h.8

¹⁶<http://hme.ee.itb.ac.id/elektron/?p=32>, diakses pada bulan Januari 2013

A. AVR

Mikrokontroler Atmega dan AVR's RISC processor atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.¹⁷

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx.

B. PIC

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller*. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Programmable Intelligent Computer*.

PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur Harvard yang dibuat oleh Microchip Technology. Awalnya dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronik General Instruments dengan nama PIC1640. Sekarang Microchip telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam.

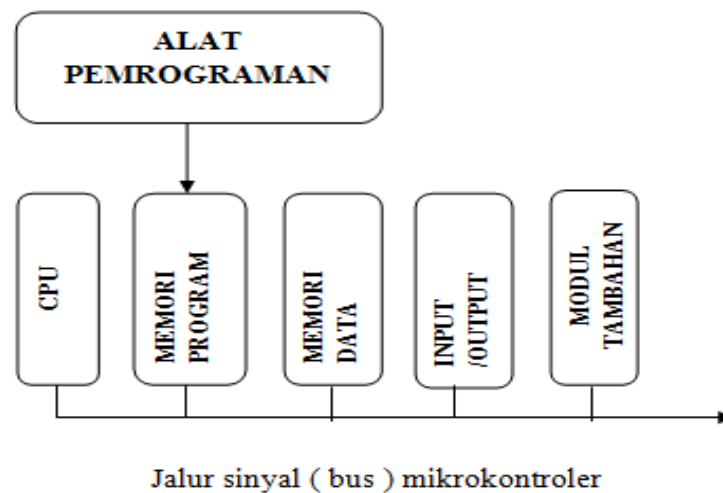
¹⁷<http://hme.ee.itb.ac.id/elektron/?p=32>, terakhir diakses pada Januari 2013

PIC cukup populer digunakan oleh para developer dan para penghobi yang suka mengotak-atik karena biayanya yang rendah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, database aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan serial pada komputer.

Mikrokontroler jenis PIC inilah yang akan digunakan peneliti sebagai pengendali atau pengontrol dari rangkaian alat pengukur laju detak jantung ekonomis yang menggunakan sensor cahaya dengan tampilan seven segment.

2.1.5.1 Bagian – Bagian Mikrokontroler

Sebuah mikrokontroler umumnya terdiri atas bagian – bagian yang ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Bagian – Bagian Mikrokontroler

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, (jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012), h.8]

Berikut keterangan masing – masing bagian¹⁸ :

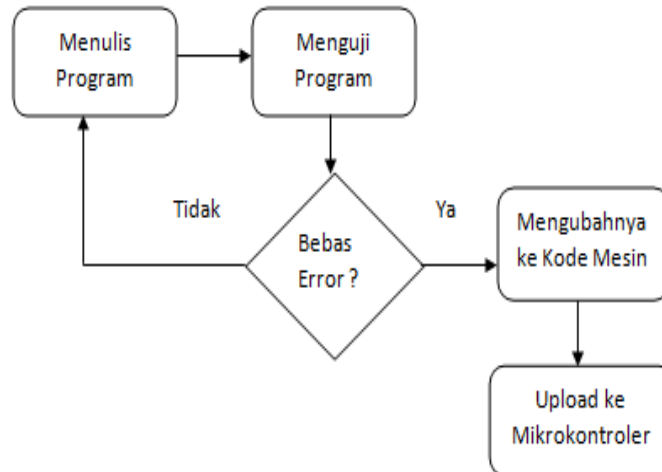
¹⁸Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, (jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012), h.8

- a. **Prosesor atau CPU** : berfungsi untuk melakukan fungsi logika dan aritmatika mengikuti instruksi yang dibaca dari memori program.
- b. **Memori Program** : berfungsi untuk menyimpan instruksi yang diberikan oleh alat pemrograman untuk dibaca prosesor.
- c. **Memori Data** : berfungsi untuk menyimpan data dan variabel yang dituliskan oleh prosesor. Data dalam memori program tetap akan tersimpan sekalipun listrik mati, tetapi data dalam memori data ini akan hilang bila tidak mendapat daya listrik.
- d. **Alat Pemrograman** : berfungsi untuk memasukkan instruksi ke dalam memori program mikrokontroler.
- e. **Input / Output** : bekerja untuk menghubungkan mikrokontroler dengan peranti luar.
- f. **Modul Tambahan** : merupakan fungsi tambahan yang disediakan oleh mikrokontroler, seperti Counter/Timer, ADC, Comparator, PMW, I2C, SPI, dan lain lain.

2.1.5.2 Siklus Pemrograman Mikrokontroler

Untuk membuat mikrokontroler bisa bekerja, mikrokontroler tersebut harus diprogram terlebih dahulu.

Pada gambar 2.10 merupakan diagram siklus pemrograman sebuah mikrokontroler.



Gambar 2.10. Siklus Pemrograman Mikrokontroler

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, (jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012), h.9]

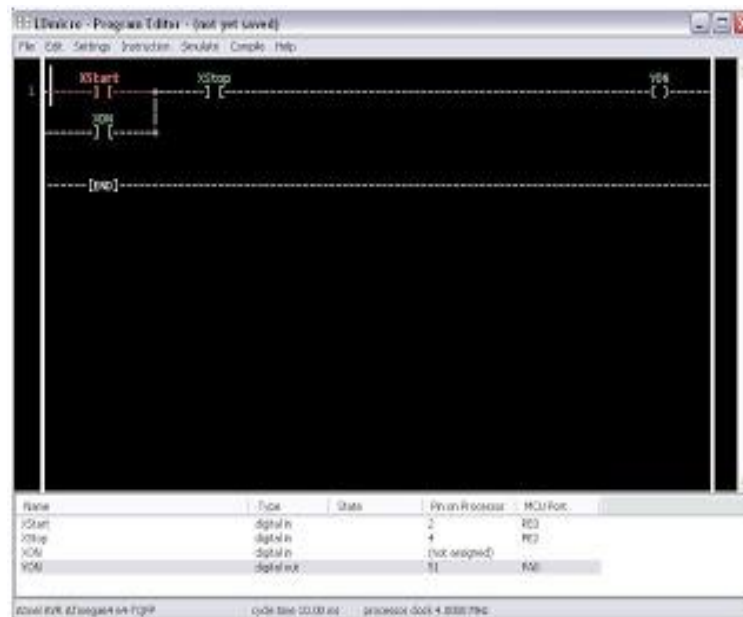
2.1.5.3 Bahasa Pemrograman Mikrokontroler

Tersedia berbagai jenis mikrokontroler di pasaran dengan bahasa pemrograman yang berbeda – beda, mulai dari bahasa pemrograman yang berbentuk teks hingga berbentuk gambar. Secara umum, bahasa pemrograman berbentuk gambar lebih mudah untuk dipelajari daripada bahasa pemrograman berbentuk teks, hanya saja pemakaiannya tidak se-fleksibel bahasa pemrograman berbentuk teks.¹⁹

Salah satu software dengan bahasa pemrograman berbentuk gambar adalah Ldmikro. Tampilan LD Mikro sangat sederhana dan terdiri atas 2 buahjendela. Jendela pertama dengan *background* berwarna hitam merupakan tempat untukpembuat program logika tangga. Sedangkan jendela kedua dengan *background*berwarnaputih merupakan tempat untuk melihat dan mengatur status variabel yang digunakan. Jugauntuk menentukan kaki mikrokontroler mana yang

¹⁹Ibid. h.10

ditugaskan menjadi input atau output program. Gambar 2.11 merupakan tampilan dari LDmikro



Gambar2.11. Tampilan Software LDmikro

Sumber : Internet [<http://electromation.blogspot.com/2010/03/ladder-logic-untuk-mikrokontroler-pic.html>]

LDmicro hanya dapat diaplikasikan untuk jenis mikrokontroler PIC dan AVR.

Kelebihan dari Ldmikro ini adalah²⁰ :

1. Ldmikro memiliki fasilitas simulator yang sangat baik, sehingga pengguna dapat memastikan apakah hasil program mikrokontrolernya sudah benar atau belum, sebelum hasilnya diupload ke mikrokontroler.
2. Dapat mensimulasikan logika ladder yang kita buat terlebih dahulu dan itu artinya Ldmikro bisa juga digunakan sebagai simulator untuk belajar PLC minimalnya logikanya dulu.

²⁰Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, (jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012), h.10

3. Ldmikro ini adalah software open source yang gratis dan terbuka untuk dimodifikasi, sehingga memungkinkan pengembangan yang lebih baik karena banyaknya komunitas yang menggunakan.

2.1.6 PIC 16F877

PIC16F877 merupakan salah satu mikrokontroler dari keluarga PICmicro yang populer digunakan sekarang ini, mulai dari pemula hingga para profesional. Hal tersebut karena PIC16F877 sangat praktis dan menggunakan teknologi FLASH memori sehingga dapat di program-hapus hingga seribu kali. Keunggulan mikrokontroler jenis RISC ini dibanding dengan mikrokontroler 8-bit lain dikelasnya terutama terletak pada kecepatan dan kompresi kodenya. Selain itu, PIC116F877 juga tergolong praktis dan ringkas karena memiliki kemasan 40 pin dengan 33 jalur I/O.²¹ Gambar 2.12 adalah kontruksi dari mikrokontroler PIC16F877.



Gambar 2.12. Kontruksi Mikrokontroler PIC16F877

Sumber : Internet [<http://dc268.4shared.com/doc/Ad4JU-hD/preview.html>, terakhir diakses pada 14 April 2013 jam 12.40

²¹<http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/teori-dasar-pic16f877>, terakhir diakses pada 13 april 2013 jam 12.35

2.1.6.1 Fitur-Fitur PIC16F877

Sebenarnya PIC16F877 bukanlah mikrokontroler yang istimewa dalam keluarga PICmicro. Namun demikian, PIC16F877 cukup mudah dipelajari dan dapat di bilang memiliki kemampuan yang handal sebagai mikrokontroler yang memiliki 40 pin.

Fitur-fitur pada PIC16F877 antara lain²² :

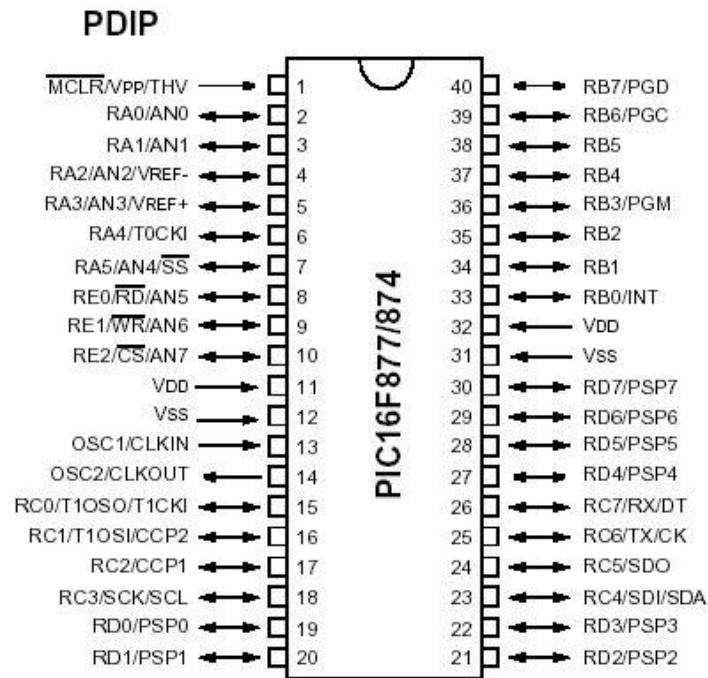
1. Memiliki kecepatan clock hingga 20 Mhz
2. Memori program berteknologi Flash sebesar 8192 byte
3. Memori RAM 368 byte
4. Memori EEPROM 256 byte
5. Lima (5) buah port paralel (Port A, Port B, Port C, Port D, dan Port E.
6. Tiga (3) buah timer/counter
7. Dua (2) buah modul hardware untuk operasi Capture/Compare/PWM
8. Komunikasi serial dengan USART, SPI, I2C
9. Delapan (8) buah ADC 10 bit, dan
10. Dua (2) buah komparator analog

2.1.6.2 Kaki Input Output PIC16F877

Mikrokontroler PIC16F877 di produksi dalam kemasan 40 pin PDIP (*Plastik Dual InLine*) maupun 40 pin SO (*Small Outline*). Namun yang banyak terdapat dipasaran adalah kemasan PDIP. Pin-pin untuk I/O sebanyak 33 pin, yang terdiri

²²Dian Artanto, Merakit PLC dengan Mikrokontroler, (Jakarta : PT.Elex Media Komputindo, 2009), h.12-13

atas 5 port, yaitu 6 kaki pada Port A (RA0 s.d RA5), 8 kaki pada Port B (RB0 s.d RB7), 8 kaki pada Port C (RC0 s.d RC7), 8 kaki pada Port D (RD0 s.d RD7), 3 kaki pada Port E (RE0 s.d RE2) seperti gambar 2.13.



Gambar 2.13. Kaki Input Output PIC16F877

Sumber : Internet [http://dc268.4shared.com/doc/Ad4JU-hD/preview.html]

Dari 33 buah kaki tersebut, 2 diantaranya telah digunakan untuk komunikasi serial, yaitu RC6 dan RC7, jadi tinggal 31 buah kaki. Kemudian dari 31 kaki tersebut, semua kakinya bisa diatur untuk menjadi input dan output digital. Khusus untuk kaki RA4, apabila digunakan sebagai kaki output, maka alat output harus disusun aktif low, karena rangkaian internal RA4 ini adalah *open collector*, yang mana tidak bisa menyuplai arus, hanya bisa menarik arus.

Kaki RA0, RA1, RA2, RA3, RA5, RE0, RE1, RE2, selain dapat digunakan sebagai kaki input output digital, juga dapat digunakan sebagai kaki input analog. Kaki RC1 dan RC2 dapat digunakan sebagai kaki output analog, dimana sinyal

analog tersebut dihasilkan dengan cara mengatur lebar pulsa sinyal digital, yang dikenal dengan nama PWM, namun disoftware Ldmikro hanya memberikan 1 kaki saja untuk PMW, yaitu kaki RC1.²³

2.1.6.3 Memori

Memori pada PIC16F877 dapat dipisahkan menjadi dua blok memori, satu untuk memori program dan satu untuk memori data. Memori EEPROM dan register GPR didalam RAM merupakan memori data, sedangkan memori FLASH merupakan memori program.²⁴

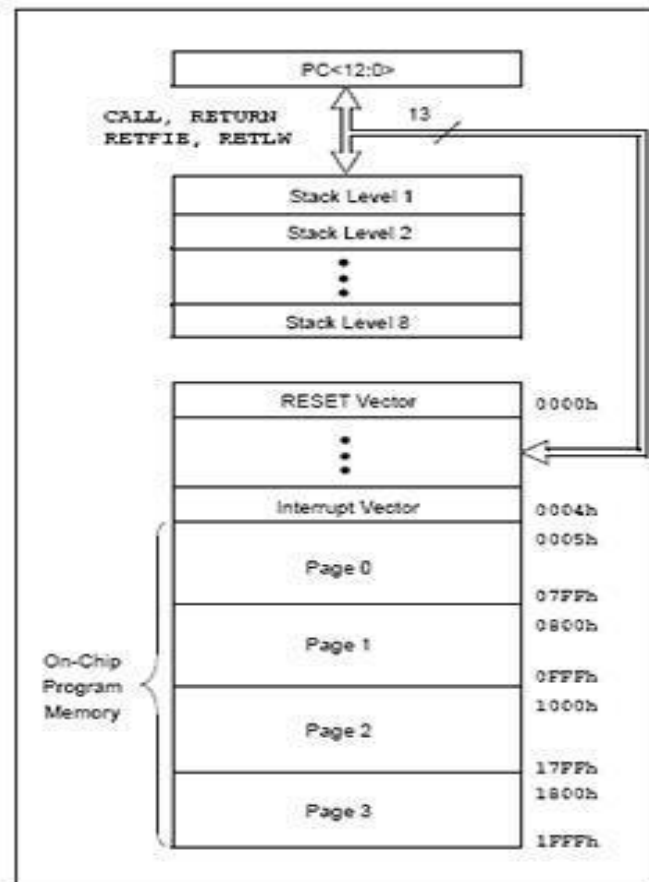
A. Memori Program

Memori program direalisasikan dalam teknologi FLASH memori yang memungkinkan pem-program melakukan program-hapus hingga seribu kali. Pemrograman PIC16F877 dilakukan sebelum dipasang pada rangkaian aplikasi, atau ketika sistem sudah terpasang namun dikehendaki adanya up-dating pada program didalamnya. Pemrograman berulang biasanya dilakukan pada saat pengembangan dan penyempurnaan sistem. Ukuran memori program untuk PIC16F877 adalah 8K lokasi dengan lebar kata 14 words.

²³Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, (jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012), h.138-139.

²⁴<http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/teori-dasar-pic16f877/>, terakhir diakses pada 13 april 2013 jam 12.35

Pada gambar 2.14 merupakan alokasi memori program mikrokontroler PIC16F877.



Gambar 2.14. Alokasi Memori Program Mikrokontroler PIC16F877

Sumber : Internet [<http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/teori-dasar-pic16f877/>] terakhir diakses pada 13 april 2013 jam 12.35]

B. Memori Data

Memori data terbagi di dalam beberapa ruang (semacam halaman/bank) yang memuat register yang mempunyai fungsi-fungsi umum dan khusus yang tersendiri. Bit RP1 (STATUS<6>) dan RP0 (STATUS<5>) adalah bit yang menunjukkan letak ruang yang dimaksud. Setiap ruang mempunyai kapasitas di atas 7Fh (128 bytes). Lokasi paling bawah dari setiap ruang

ditujukan untuk register yang mempunyai fungsi spesial²⁵. Pada gambar 2.15 merupakan alokasi memori data mikrokontroler PIC16F877.

File Address	File Address	File Address	File Address
Indirect addr ¹⁾ 00h	Indirect addr ¹⁾ 80h	Indirect addr ¹⁾ 100h	Indirect addr ¹⁾ 180h
TMR0 01h	OPTION_REG 81h	TMR0 101h	OPTION_REG 181h
PCL 02h	PCL 82h	PCL 102h	PCL 182h
STATUS 03h	STATUS 83h	STATUS 103h	STATUS 183h
FSR 04h	FSR 84h	FSR 104h	FSR 184h
PORTA 05h	TRISA 85h		
PORTB 06h	TRISB 86h	PORTB 106h	TRISB 186h
PORTC 07h	TRISC 87h		
PORTD ²⁾ 08h	TRISD ²⁾ 88h		
PORTE ²⁾ 09h	TRISE ²⁾ 89h		
PCLATH 0Ah	PCLATH 8Ah	PCLATH 10Ah	PCLATH 18Ah
INTCON 0Bh	INTCON 8Bh	INTCON 10Bh	INTCON 18Bh
PIR1 0Ch	PIE1 8Ch	EEDATA 10Ch	ECON1 18Ch
PIR2 0Dh	PIE2 8Dh	EEADR 10Dh	ECON2 18Dh
TMR1L 0Eh	POCN 8Eh	EEOATH 10Eh	Reserved ²⁾ 18Eh
TMR1H 0Fh		EEADRH 10Fh	Reserved ²⁾ 18Fh
T1CON 10h			
TMR2 11h	SSPCON2 91h		
T2CON 12h	PR2 92h		
SSPBUF 13h	SSPAD0 93h		
SSPCON 14h	SSPSTAT 94h		
CCPR1L 15h			
CCPR1H 16h			
CCP1CON 17h			
RCSTA 18h	TXSTA 98h		
TXREG 19h	SPBRG 99h		
RCREG 1Ah			
CCPR2L 1Bh			
CCPR2H 1Ch			
CCP2CON 1Dh			
ADRESH 1Eh	ADRESL 9Eh		
ADCON2 1Fh	ADCON1 9Fh		
Bank 0 7Fh	Bank 1 Adh	Bank 2 120h	Bank 3 1A0h
General Purpose Register 96 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes
	accesses 70h-7Fh	accesses 16Fh-170h	accesses 16Fh-170h
			accesses 70h-7Fh
			1FFh

Unimplemented data memory locations, read as '0'.
¹⁾ Not a physical register.
Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F877.
2: These registers are reserved, maintain these registers clear.

Gambar 2.15. Alokasi Memori Data Mikrokontroler PIC16F877

Sumber : Internet [<http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/teori-dasar-pic16f877/>] terakhir diakses pada 13 april 2013 jam 12.35]

Mode Pengalamatan

Lokasi memori RAM dapat di akses secara langsung atau tidak langsung:

²⁵<http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/teori-dasar-pic16f877/> terakhir diakses pada 13 april 2013 jam 12.35

Pengalamatan langsung :

Pengalamatan langsung dilakukan melalui alamat 9 bit. Alamat 9 bit merupakan rangkaian dari 7 bit langsung dari instruksi dan 2 bit dari RP0 dan RP1 pada register STATUS. Contoh pengalamatan langsung adalah pengaksesan register FSR

Pengalamatan tidak langsung :

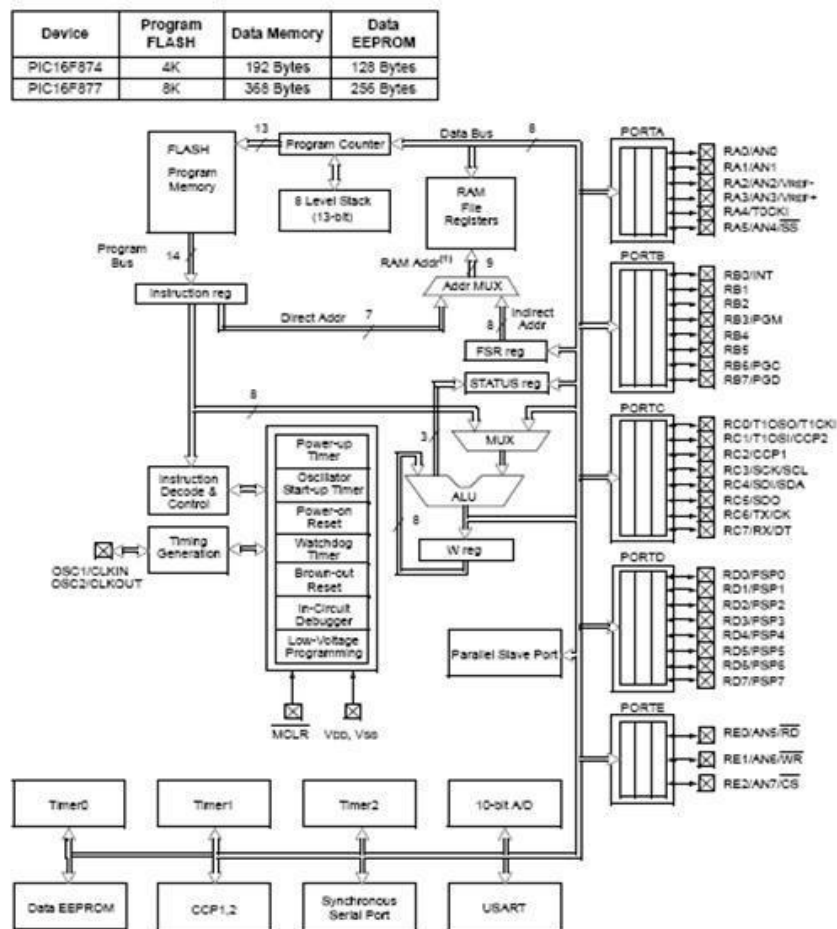
Berbeda dengan pengalamatan langsung, pengalamatan tidak langsung tidak mengambil alamat dari instruksi, tetapi menggunakan bit ke 7 (IRP) dari register status dan semua bit dari register FSR. Lokasi alamat di akses melalui register INDF yang didalamnya berisi alamat yang ditunjuk oleh FSR.

2.1.6.4 CPU (Central Processing Unit) PIC16F877

CPU berperan sebagai otak dari mikrokontroler. Bagian ini bertanggung jawab untuk mengambil instruksi, melakukan decode, dan mengeksekusi instruksi. CPU terhubung ke semua bagian pada mikrokontroler. Fungsi terpenting dari CPU adalah melakukan decode dan mengeksekusi suatu instruksi. Instruksi-instruksi dalam bahasa assembly terdiri atas opcode dan operan.²⁶

²⁶<http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/teori-dasar-pic16f877/> terakhir diakses pada 13 april 2013 jam 12.35

Opcode menyatakan proses yang harus dilakukan mikrokontroler. Sedangkan operan adalah bagian yang dioperasikan pada aritmatika maupun logika. Agar mikrokontroler dapat mengerti perintah opcode, maka instruksi harus diterjemahkan ke dalam urutan biner dengan kode “0” dan “1”. Tugas untuk menterjemahkan instruksi dari bahasa assembly ke bahasa mesin (bahasa yang di mengerti oleh mikrokontroler) dilakukan oleh translator (software assembler atau compiler)²⁷. Pada gambar 2.16 merupakan CPU Mikrokontroler PIC16F877.



Gambar 2.16. CPU Mikrokontroler PIC16F877A

Sumber : Internet [<http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/teori-dasar-pic16f877/>] terakhir diakses pada 13 april 2013 jam 12.35]

²⁷<http://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/teori-dasar-pic16f877/> terakhir diakses pada 13 april 2013 jam 12.35

2.1.7 Power Supply

Catu daya atau *Power Supply* adalah rangkaian yang berfungsi untuk menyediakan daya pada peralatan elektronik. Pada prinsipnya catu daya mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah. Komponen utama rangkaian catu daya yang biasa digunakan yaitu trafo step down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan AC 220 Volt, dioda sebagai penyearah dan kapasitor sebagai filter. Sedangkan untuk komponen sekundernya yaitu IC dan transistor yang berfungsi sebagai regulator untuk membersihkan arus DC dari paku – paku tegangan AC yang mana paku – paku ini biasanya memberikan efek bunyi dengung dan desis (noise) pada peralatan audio.

2.1.8 Regulator

Regulator adalah rangkaian regulasi atau pengatur tegangan keluaran dari sebuah catu daya agar efek darinaik atau turunnya tegangan jala-jala tidak mempengaruhi tegangan catu daya sehingga menjadi stabil. Dengan kata lain, regulator berfungsi untuk mengatur agar tegangan keluaran-nya tetap berada pada posisi yang ditentukan walau tegangan masukannya berubah-ubah. Jika tegangan PLN naik/turun, maka tegangan outputnya juga akan naik/turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan tersebut cukup mengganggu, sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil.²⁸

²⁸<http://m-edukasi.net/online/2007/filterdanregulator/regulator.html>, terakhir diakses pada 14 April 2013 jam 14.45

Rangkaian regulator tegangan kemudian dikemas dalam bentuk sirkuit terintegrasi(IC). IC regulator tegangan yang banyak dijumpai di pasaran antara lain IC regulator keluarga 78xx dan LM317.

2.1.9 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman datanya per-bit secara berurutan dan bergantian. Komunikasi ini mempunyai suatu kelebihan yaitu hanya membutuhkan satu jalur dan kabel yang sedikit dibandingkan dengan komunikasi paralel. Pada prinsipnya komunikasi serial merupakan komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel.²⁹

Jenis – Jenis Komunikasi Serial :

Komunikasi serial terdiri dari dua macam, yaitu :

1. *Asynchronous serial*

Asynchronous serial adalah komunikasi dimana kedua pihak (pengirim dan penerima) masing-masing menghasilkan clock namun hanya data yang ditransmisikan, tanpa clock. Agar data yang dikirim sama dengan data yang diterima, maka kedua frekuensi clock harus sama dan harus terdapat sinkronisasi. Setelah adanya sinkronisasi, pengirim akan mengirimkan datanya sesuai dengan frekuensi clock pengirim dan penerima akan membaca data sesuai dengan frekuensi clock penerima.

²⁹<http://arifzakariya.blog.ugm.ac.id/2012/01/09/komunikasi-serial-mikrokontroler/> terakhir diakses pada 15 April 2013 jam 12.51

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

2. *Synchronous serial.*

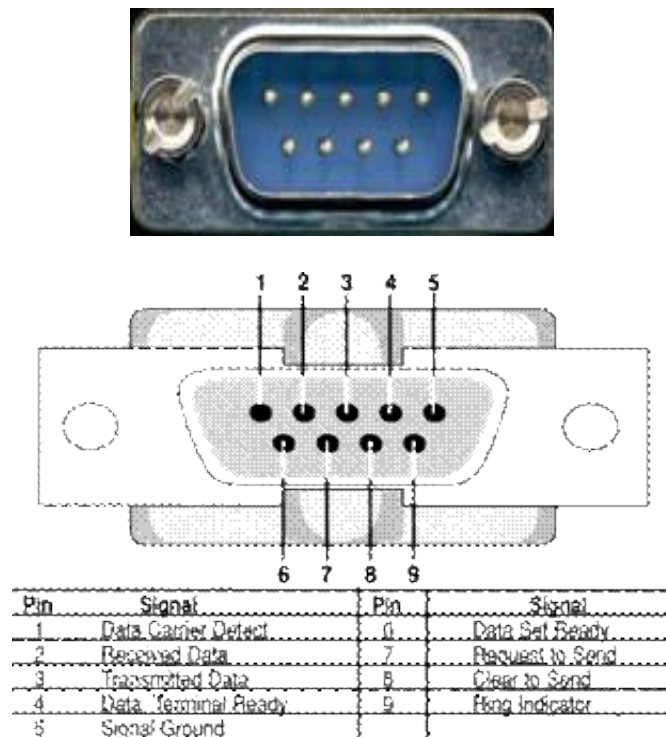
Synchronous serial adalah komunikasi dimana hanya ada satu pihak (pengirim atau penerima) yang menghasilkan clock dan mengirimkan clock tersebut bersama-sama dengan data. Contoh penggunaan *synchronous serial* terdapat pada transmisi data keyboard.

2.1.9.1 Komunikasi Serial RS 232

Sistem transmisi sinyal RS232 menggunakan level tegangan dengan *respect to system common (power ground)*. Tipe RS232 bagus untuk komunikasi data secara satu – satu (*point to point communications*). RS232 port pada PC hanya diperuntukkan untuk satu alat (*single device*). Misalnya: COM1 digunakan untuk *mouse port*, sedangkan COM2 digunakan untuk *modem*.³⁰

RS232 pada PC mempunyai 2 jenis konektor, yaitu konektor dengan 25 pin (DB25) dan konektor dengan 9 pin (DB9). Umumnya yang sering digunakan adalah konektor dengan 9 pin (DB9). Berikut gambar 2.17 tampilan port serial DB9 yang umum digunakan sebagai port serial :

³⁰Muhamad Dwinata Asroni, Miniatur Eskalator Otomatis dengan Sistem Monitoring Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega8535[skripsi], (Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2009), h.37-38.



Gambar 2.17. Tampilan Port DB9 Female

Sumber : Internet [<http://www.toko-elektronika.com/tutorial/pcinterfacing.htm>, terakhir diakses 15 April 2013 jam 12.56]

2.1.9.2 Konverter Logika RS-232

Jika peralatan yang kita gunakan menggunakan logika TTL maka sinyal serial port harus kita konversikan dahulu ke pulsa TTL sebelum kita gunakan, dan sebaliknya sinyal dari peralatan kita harus dikonversikan ke logika RS-232 sebelum di-inputkan ke serial port. Konverter yang paling mudah digunakan adalah MAX-232. Di dalam IC terdapat Charge Pump yang akan membangkitkan +10 Volt dan -10 Volt dari sumber +5 Volt tunggal. Dalam IC DIP (*Dual In-line*

Package) 16 pin (8 pin x 2 baris) ini terdapat 2 buah transmitter dan 2 receiver. Sering juga sebagai buffer serial digunakan chip DS275.³¹

Untuk menghubungkan antara 2 buah PC, biasanya digunakan format null mode, dimana pin TxD dihubungkan dengan RxD pasangan, pin Sinyal ground (5) dihubungkan dengan SG di pasangan, dan masing masing pin DTR, DSR dan CD dihubungkan singkat, dan pin RTS dan CTS dihubungkan singkat di setiap devais.

2.1.10 Output Grafik dengan Software StamPlot

Pemanfaatan dan pengendalian akan menjadi lebih baik dan menarik apabila terlihat dalam bentuk gambar, grafik atau bentuk objek dan animasi objek yang dipantau dan dikendalikan. Bentuk grafik disukai daripada hanya data angka, karena dengan grafik kita bisa melihat kecenderungan dari data.³²

StampPlot adalah sebuah software aplikasi komputer untuk akusisi data dan pengendalian input output mikrokontroler melalui komunikasi serial. Software mampu menampilkan grafik dan menyediakan pembuatan user interface untuk pemantauan dan pengendalian, serta penyimpanan data yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Sebenarnya software dibuat khusus untuk mikrokontroler BasicStamp. Namun pada perkembangannya, software stampplot juga dapat digunakan untuk mikrokontroler yang lain, tetapi mikrokontroler tersebut dapat melakukan komunikasi serial dengan komputer.³³ Beberapa hal yang menarik dari StamPlot adalah sebagai berikut :

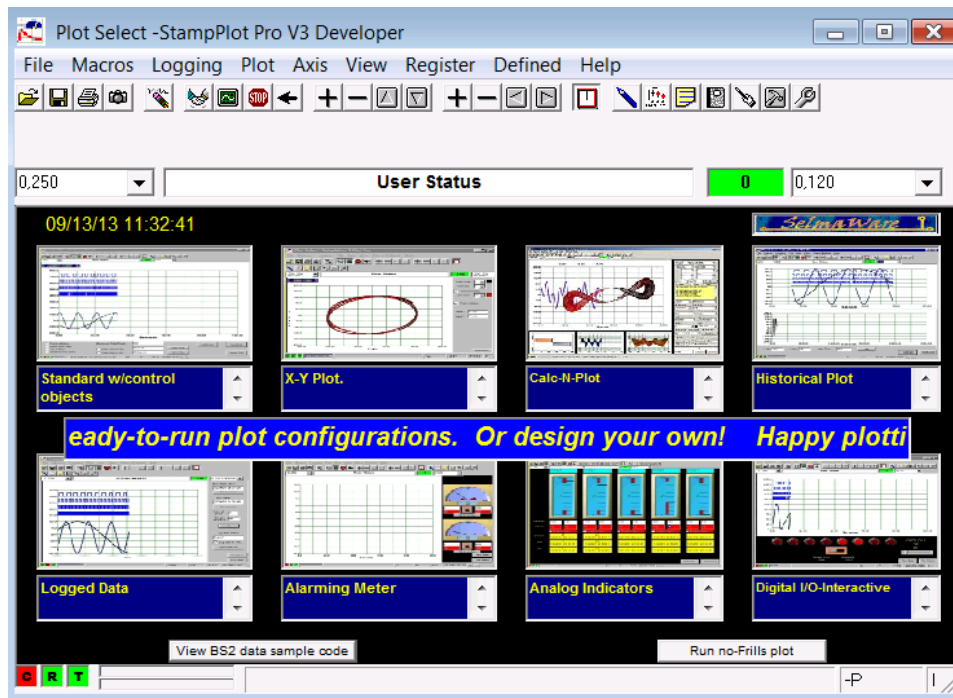
³¹<http://www.toko-elektronika.com/tutorial/pcinterfacing.htm>, terakhir diakses 15 April 2013 jam 12.56

³²Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, (jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012), h.215.

³³Ibid.,h.216.

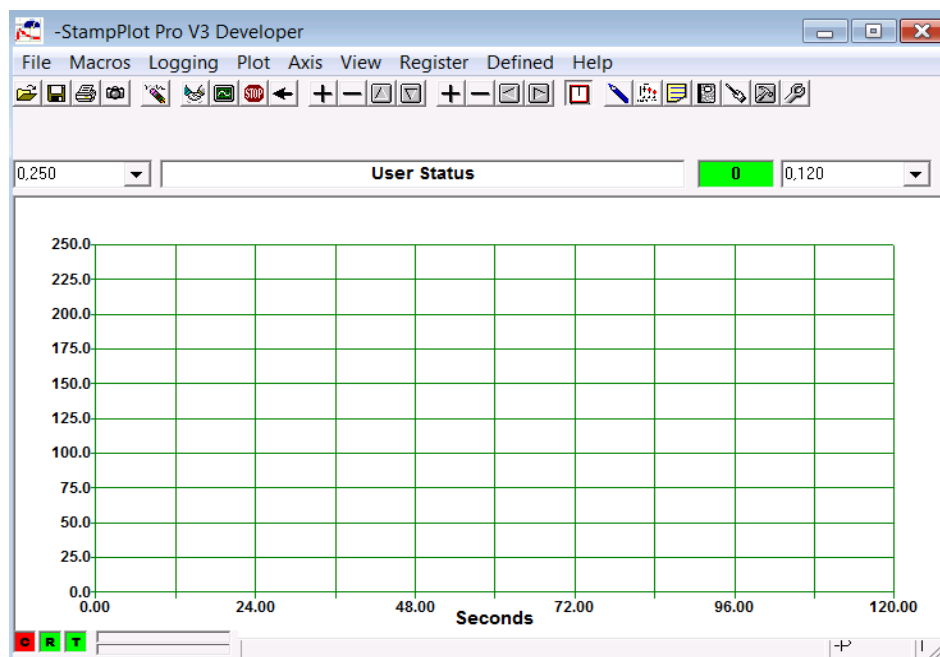
1. Menyediakan 8 buah template konfigurasi tampilan untuk pemantauan dan pengendalian yang siap digunakan.
2. Konfigurasi tampilan dapat dibuat sendiri. Karena kode programnya berbasis teks atau makro, maka konfigurasi tampilan tersebut dapat diatur tidak hanya dari komputer, tetapi bisa juga dikirimkan dari mikrokontroler.
3. Mampu mem-plot grafik untuk 10 data analog sekaligus dan 8 data digital sekaligus.
4. Mampu menyimpan data (*log*) dari gambar grafik (*Snap*).
5. Mampu melakukan operasi matematika dan fasilitas pembuatan grafik yang lengkap, seperti skala logaritmis.
6. Menyediakan objek pemantauan dan pengendalian, seperti meter, gauge, textbox, slider, image box, image button, listbox, progress bar, dan lain – lain.
7. Mampu melakukan akuisi data dan kontrol melalui internet yang juga menyediakan software gateway serial ke TCP.

Berikut gambar 2.18 tampilan software StamPlot, tampak ada 8 template konfigurasi tampilan yang disediakan.



Gambar 2.18. Delapan buah Template Konfigurasi Tampilan StamPlot

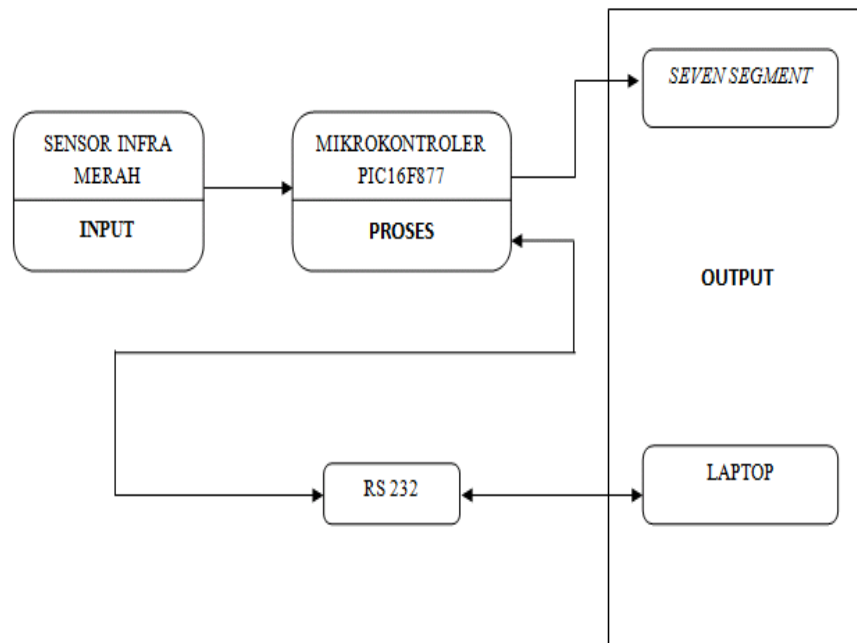
Untuk menjalankan tampilan grafik StamPlot klik Run Non-Frills Plot pada menu kanan bawah. Seperti gambar 2.19 di bawah ini :



Gambar 2.19. Tampilan Run Non-Frills Plot

2.2 KERANGKA BERPIKIR

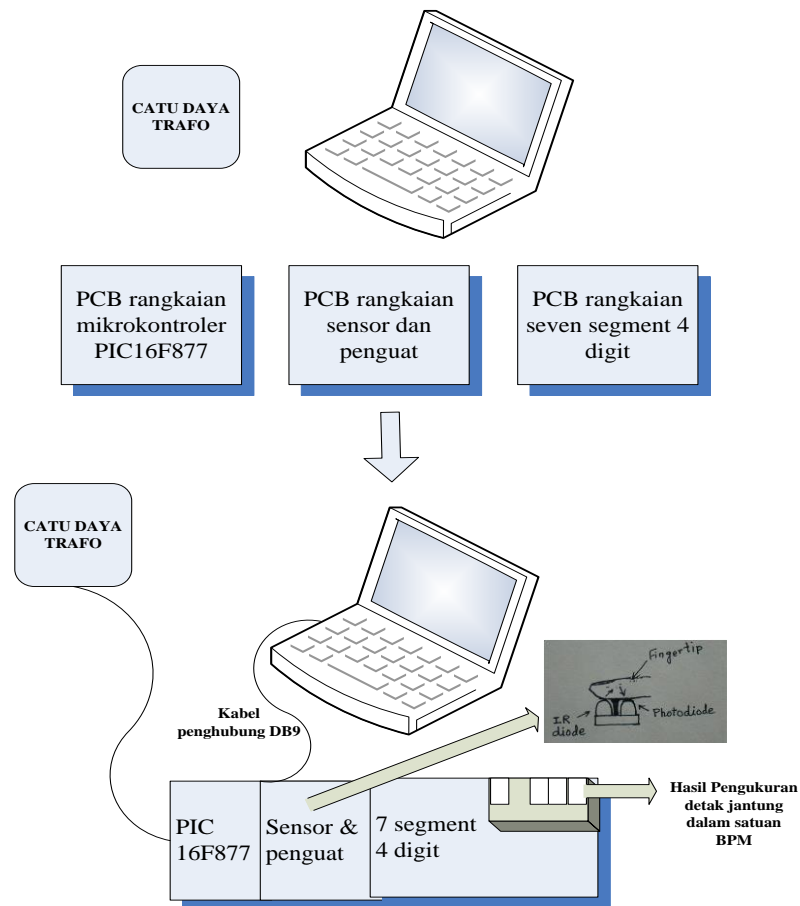
Gambar 2.20 merupakan diagram blok dari rangkaian alat yang dibuat peneliti.



Gambar 2.20. Blok Rangkaian Alat

Pada diagram blok gambar 2.20 menjelaskan proses dari masuknya input sensor inframerah yang akan diproses melalui pengontrol mikrokontroler PIC16F877 dengan komunikasi serial RS232 dan mendapat keluaran penampil digital *seven segment* dan penampil grafik monitor dengan software StamPlot.

Pada gambar 2.21 adalah rangkaian alat secara keseluruhan yang akan dibuat peneliti.



Gambar 2.21. Rangkaian Alat Secara Keseluruhan

Pada saat seseorang meletakkan ujung jari telunjuknya di atas LED dioda dan fotodiode yang diletakkan secara berdampingan pada rangkaian sensor, IR dioda akan memancarkan cahaya inframerah keujung jari dan indra dioda bagian dari cahaya yang dipantulkan kembali. Intensitas cahaya yang dipantulkan tergantung pada volume darah di dalam ujung jari. Perubahan volume darah tersebut selanjutnya akan menghasilkan perubahan sinyal berbentuk pulsa pada sensor inframerah yang seirama dengan detak jantung. Pulsa kemudian dihitungkan oleh mikrokontroler untuk menentukan denyut jantung.

Setelah 12-15 detik mikrokontroler menghitung detakan jantung kemudian hasil pengukuran terlihat pada *display* angka – angka *seven segment* 4 digit.

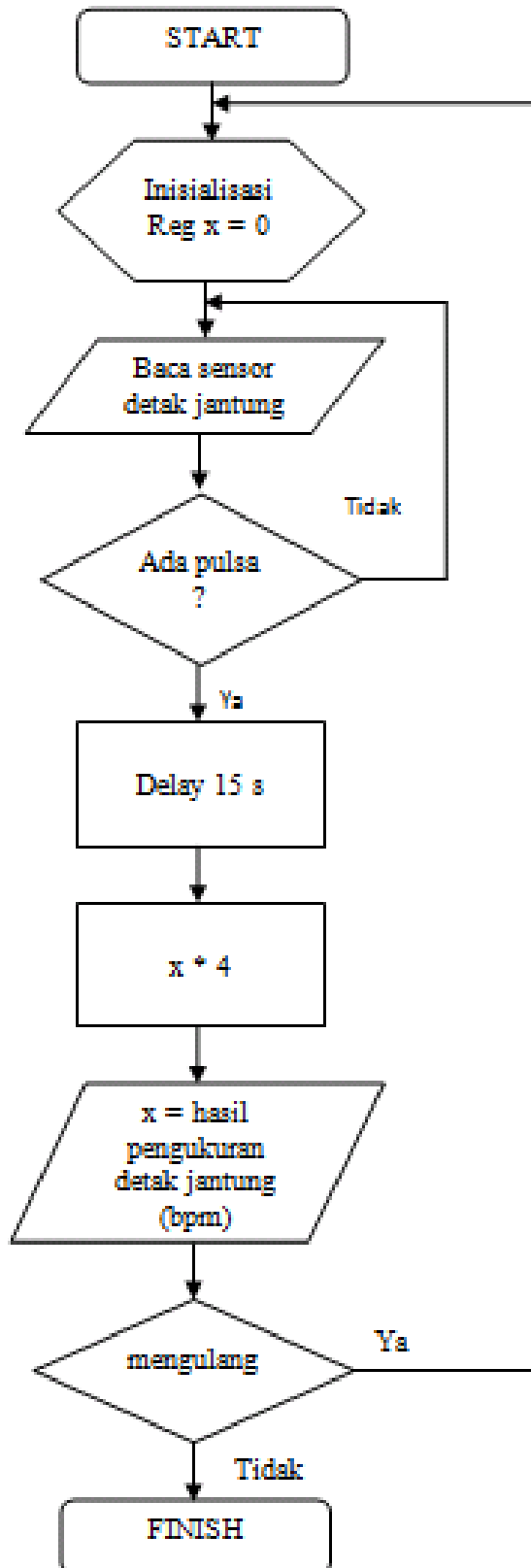
Hasil pengukuran detak jantung menggunakan alat ekonomis yang dibuat peneliti kemudian dibandingkan dengan menggunakan alat OMRON HEM – 7111 untuk menentukan tingkat kehandalan alat yang dibuat peneliti.

2.2.1 Algoritma dan FlowChart

A. Algoritma

1. Inisialisasi reg x mikrokontroler = 0
2. Input sensor membaca volume darah saat ujung jari telunjuk ditempatkan di atas LED dioda dan fotodioda yang berdampingan.
3. Perubahan volume darah pada ujung jari telunjuk menjadi sinyal berbentuk pulsa yang terbaca oleh mikrokontroler
4. Jika ada pulsa delay 15 detik pembacaan hasil pengukuran pada mikrokontroler jika tidak kembali ke nomer 3
5. Hasil pembacaan x dikalikan 4 (dihitung berdasarkan bpm, $15 \times 4 = 60$ s)
6. X = hasil pengukuran detak jantung yang ditampilkan pada *display* rangkaian output digital *seven segment* 4 digit
7. Mengulang kembali ke pengukuran selanjutnya

B. Flowchart



Gambar 2.22. Flowchart Rangkaian Alat