

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini akan dilaksanakan di laboratorium Mikrokontroler Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta Rawamangun Jakarta Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada semester 098 – semester 099 Tahun 2012/2013.

#### **3.2 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan untuk merancang Alat Pengukur Laju Detak Jantung Ekonomis Bersensor Inframerah dengan Output Digital *Seven Segment* dan Output Grafik *StamPlot* Berbasis Mikrokontroler PIC16F877 adalah menggunakan metode penelitian pengamatan tabel.

#### **3.3 Rancangan Penelitian**

Adapun langkah – langkah perancangan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pembuaan rangkaian alat yang dimulai dengan proses perakitan komponen yang dibutuhkan untuk rancangan perangkat keras seperti, rangkaian sensor, rangkaian output digital penampil *seven segment* 4 digit, rangkaian mikrokontroler PIC16F877, rangkaian catu daya dan rangkaian penghubung DB9.

2. Pembuatan kode program diagram tangga dengan menggunakan software Ldmikro untuk program mikrokontroler, program sensor & penguat dan, program penampil *seven segment* 4 digit.
3. Implementasi dan pengujian alat, yaitu menguji secara langsung cara kerja alat, kemudian mengumpulkan data – datanya dan menyusunnya sebagai hasil akhir dalam penulisan.
4. Analisa secara keseluruhan hasil kerja alat, kemudian mengambil kesimpulan dari data – data yang diperoleh serta menetapkan saran.

### 3.4 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian peneliti menggunakan instrument untuk pengukuran sebagai berikut :

1. Mulimeter Digital sebagai alat ukur pengujian rangkaian mikrokontroler, tabel 3.1. contoh table pengukurannya :

**Tabel 3.1. Instrumen Pengujian Rangkaian Mikrokontroler**

|     |                |           |
|-----|----------------|-----------|
|     | PIC16F877      | IC MAX232 |
| Vdd | Kaki 11 dan 32 | Kaki 16   |
| Gnd | Kaki 12 dan 31 | Kaki 15   |

2. Alat Tensi Digital OMRON HEM – 7111 sebagai alat ukur perbandingan tingkat kehandalan dengan alat ekonomis yang dibuat penulis. Tabel 3.2. menjelaskan pengukuran didapat dari 40 sample orang dengan indikator aktivitas, jenis kelamin, usia, dan berat badan yang berbeda.

**Tabel 3.2. Instrumen Pengujian Alat ekonomis dengan OMRON HEM - 7111**

| No        | Jenis Kelamin | Usia (Thn) | BB (Kg) | Jumlah Detak Jantung (BPM) |                  |              | Aktivitas | Kategori |
|-----------|---------------|------------|---------|----------------------------|------------------|--------------|-----------|----------|
|           |               |            |         | Alat Ekonomis              | OMRON HEM - 7111 |              |           |          |
|           |               |            |         |                            | bpm              | Tensi (mmhg) |           |          |
| 1s. d 20  | Pria          |            |         |                            |                  |              |           |          |
| 21 s.d 40 | Wanita        |            |         |                            |                  |              |           |          |

Tabel 3.3.menjelaskan pengukuran didapat dari 6 sample orang dengan jenis kelamin berbeda tetapi aktivitas, usia, dan berat badan yang sama.

**Tabel 3.3. Instrumen Pengujian Alat ekonomis dengan OMRON HEM – 7111 Berdasarkan Perbandingan Indikator Jenis Kelamin**

| No | Indikator Pengukuran |      |             | Jumlah Detak Jantung |                  | Aktivitas |
|----|----------------------|------|-------------|----------------------|------------------|-----------|
|    | Jenis Kelamin        | Usia | Berat Badan | Alat Ekonomis        | OMRON HEM - 7111 |           |
| 1. | Pria                 |      |             |                      |                  |           |
| 2. | Wanita               |      |             |                      |                  |           |

- Laptop atau komputer untuk *download* ,pembuatan program dan penampil pengukuran detak jantung.

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan Rangkaian Alat

##### 3.5.1.1 Pembuatan Rangkaian Input

##### A. Pembuatan Awal Rangkaian Input

##### 1. Komponen Rangkaian Input

Komponen – komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan rangkaian sensor alat pengukur laju detak jantung terdapat pada tabel 3.4. di bawah ini :

**Tabel 3.4. Daftar Komponen Rangkaian Sensor dan Penguat\***

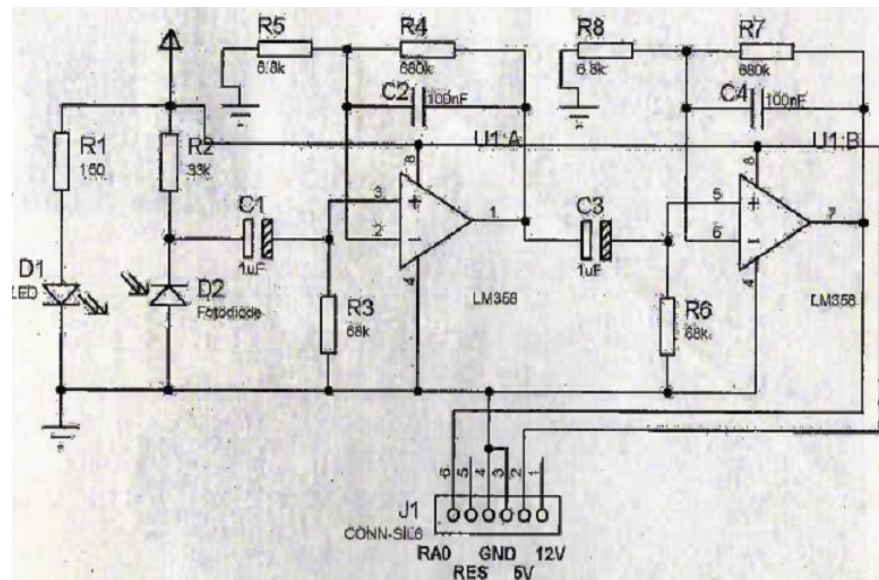
| No  | Alat dan Komponen             | Jumlah |
|-----|-------------------------------|--------|
| 1.  | PCB Lubang                    | 1      |
| 2.  | LED Infra Merah               | 1      |
| 3.  | Fotodiode                     | 1      |
| 4.  | Resistor 150 $\Omega$         | 1      |
| 5.  | Resistor 6,8 K $\Omega$       | 2      |
| 6.  | Resistor 33 K $\Omega$        | 1      |
| 7.  | Resistor 68 K $\Omega$        | 2      |
| 8.  | Resistor 680 K $\Omega$       | 1      |
| 9.  | Kapasitor 100nF               | 2      |
| 10. | Kapasitor 1uF                 | 2      |
| 11. | IC LM358                      | 1      |
| 12. | Konektor male ( sisir ) 6 pin | 1      |
| 13. | Kabel                         | -      |

\*Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012), h.215.]

##### 2. Skematik Rangkaian Input

Pada bagian input terdiri dari rangkaian sensor pengukuran detak jantung yaitu LED inframerah sebagai pemancar inframerah dan fotodiode sebagai penerima inframerah. Dan

ditambahkan juga rangkaian IC LM358 sebagai penguat Op-Amp yang berfungsi untuk menguatkan sinyal yang ditangkap untuk mendapatkan tegangan yang tepat.



**Gambar 3.1. Skematik Rangkaian Input Sensor Inframerah**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.185]

#### 4. Port Rangkaian Input Pada Mikrokontroler

Penugasan port rangkaian input sensor inframerah pada mikrokontroler ditunjukkan pada tabel 3.5.

**Tabel 3.5. Penugasan Port Input Sensor Infra Merah \***

| Nama | Type         | Kaki I/O | Port | Alat I/O           |
|------|--------------|----------|------|--------------------|
| Apot | Input Analog | 2        | RA0  | Rangkaian Pengukur |

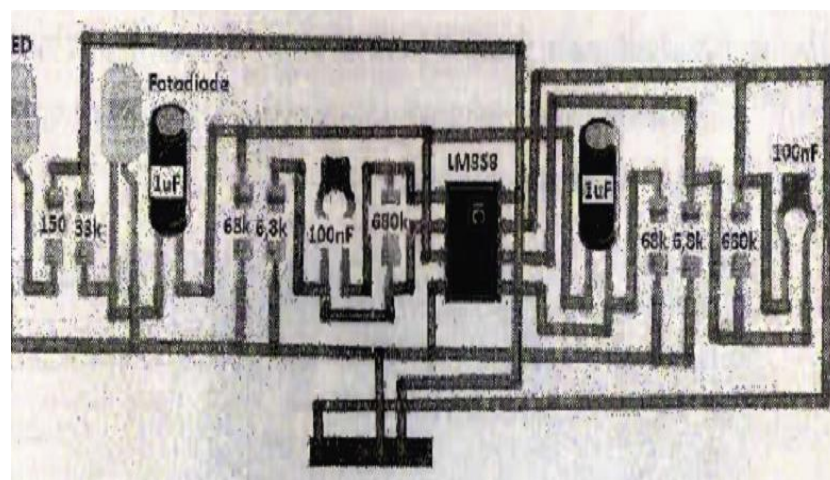
\*Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.187]

## 5. Prinsip Kerja Rangkaian Input Sensor Infra Merah

Unit sensor terdiri dari Light Emitting Diode Inframerah (IR LED) dan fotodiode yang diletakkan berdampingan. IR dioda memancarkan cahaya inframerah keujung jari (ditempatkan di atas unit sensor), dan indra dioda bagian dari cahaya yang dipantulkan kembali. Intensitas cahaya yang dipantulkan tergantung pada volume darah di dalam ujung jari. Jadi, setiap denyut jantung sedikit mengubah jumlah cahaya inframerah tercermin yang dapat dideteksi oleh sensor fotodiode.

### B. Perakitan Rangkaian Input

Komponen – komponen rangkaian input pada tabel 3.4. dipasangkan pada PCB lubang yg telah disiapkan dengan ukuran. Pemasangan komponen pada PCB lubang disesuaikan dengan gambar pengawatan 3.2 di bawah ini :



**Gambar 3.2. Pengawatan Rangkaian Input Sensor Inframerah**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.185]

### 3.5.1.2 Pembuatan Rangkaian Pemroses

#### A. Pembuatan Awal Rangkaian Pemroses

##### 1. Komponen Rangkaian Pemroses

Berikut daftar komponen pada tabel 3.6 yang dibutuhkan dalam pembuatan Mikrokontroler PIC 16F877<sup>1</sup>:

**Tabel 3.6. Daftar Komponen Rangkaian Mikrokontroler PIC16F877\***

| No | Nama Komponen                 | Nilai               | Jumlah | Kode Posisi                  |
|----|-------------------------------|---------------------|--------|------------------------------|
| 1. | Resistor                      | 330 $\Omega$ , ¼ W  | 1      | R1                           |
|    |                               | 10 K $\Omega$ , ¼ W | 1      | R2                           |
|    |                               | 4K7 $\Omega$ , ¼ W  | 3      | R3-R5                        |
| 2. | Kapasitor                     | 220uF / 16V         | 2      | C1, C2                       |
|    |                               | 100nF               | 2      | C3, C9                       |
|    |                               | 22pF                | 2      | C4, C5                       |
|    |                               | 1uF                 | 4      | C6-C8,<br>C10                |
| 3. | IC                            | PIC16F877           | 1      | U1                           |
|    |                               | 7805                | 1      | U2                           |
|    |                               | MAX232              | 1      | U3                           |
| 4. | Diode                         | LED                 | 1      | D1                           |
|    |                               | 1N4148              | 1      | D2                           |
| 5. | Dioda Bridge 1A               | -                   | 1      | BR1                          |
| 6. | Power Jack DC<br>( Female )   | -                   | 1      | J1                           |
| 7. | Konektor ( female ) isi<br>20 | -                   | 1      | J2, J3,<br>J4, J5,<br>J6, J7 |
| 8. | Konektor ( female ) isi       | -                   | 1      | J8, J9,                      |

<sup>1</sup>Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.53-55.

|     |                                 |   |    |                       |
|-----|---------------------------------|---|----|-----------------------|
|     | 20                              |   |    | J10, J11,<br>J12, J13 |
| 9.  | Konektor ( male ) isi 5         | - | 1  | J14                   |
| 10. | DB9 Female duduk                | - | 1  | J15                   |
| 11. | Tombol Tact Switch<br>berkaki 4 | - | 1  | S1                    |
| 12. | Kristal 12 MHz                  | - | 1  | X1                    |
| 13. | PCB polos 10 x 7 cm             | - | 1  | -                     |
| 14. | Trafo 500mA                     | - | 1  | -                     |
| 15. | Kabel AC buntung                | - | 1  | -                     |
| 16. | DB9 Female Lurus                | - | 2  | -                     |
| 17. | DB9 Male Lurus                  | - | 1  | -                     |
| 18. | Cover DB9                       | - | 3  | -                     |
| 19. | Kabel isi 6                     | - | 1m | -                     |
| 20. | Socket IC 40 pin                | - | 1  | -                     |
| 21. | Socket IC 16 pin                | - | 1  | -                     |
| 22. | Jack DC Male                    | - | 1  | -                     |
| 23. | Solder dan Tenol                | - | 1  | -                     |
| 24. | Pelarut Feri Chloride           | - | 1  | -                     |
| 25. | Amplas Halus                    | - | 1  | -                     |
| 26. | Setrika                         | - | 1  | -                     |

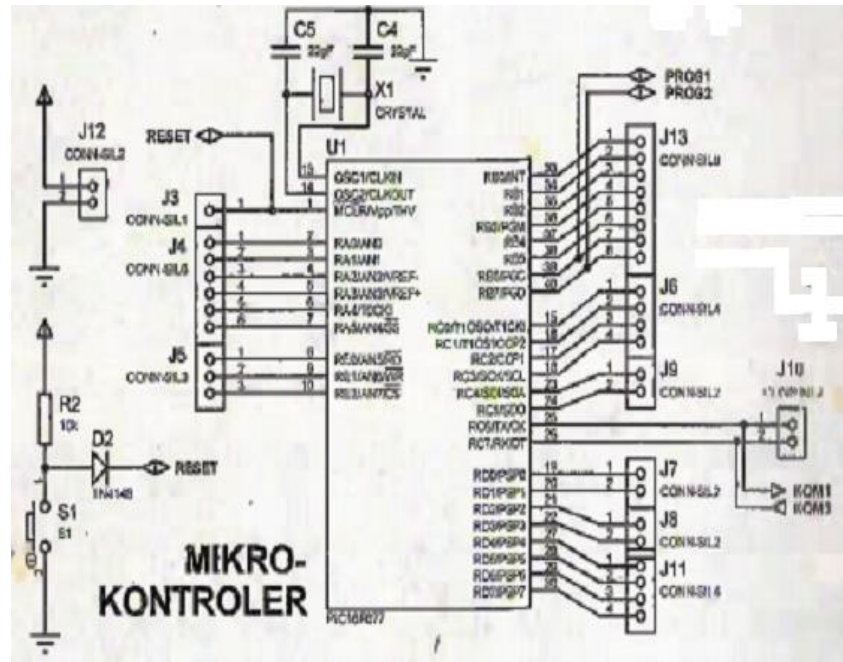
\*Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.53-55]

## 2. Skematik Rangkaian Pemroses

Rangkaian proses merupakan rangkaian utama sebagai pengendali atau pengontrol dari seluruh rangkaian dimana sebagai pengendalinya digunakan IC mikrokontroler PIC16F877. Pada rangkaian mikrokontroler digunakan kristal sebagai pembangkit



*clock* internal yang menentukan rentetan kondisi – kondisi (*state*) yang membentuk sebuah siklus mesinmikrokontroler. Berikut gambar 3.3 Skematik Rangkaian Mikrokontroler PIC16F877.



**Gambar 3.3. Skematik Rangkaian Mikrokontroler PIC16F877**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.52]

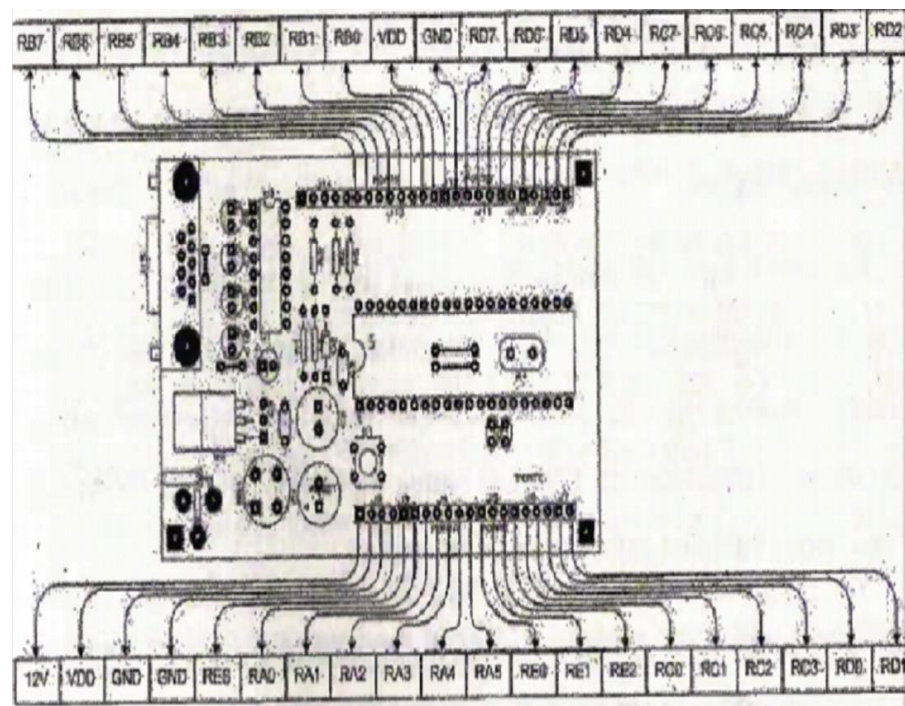
## B. Perakitan Rangkaian Pemroses

PCB yang telah tercetak dengan gambar layout kemudian dibersihkan dengan menggunakan amplas halus atau cairan tiner. Sebelum komponen – komponen dipasangkan ( disolder ) pada PCB, terlebih dahulu komponen – komponen itu diperiksa dengan menggunakan multi meter untuk memastikan bahwasannya kondisi komponen baik. Proses penyolderan komponen dimulai dengan lebih

dulu menyolder komponen – komponen pasif setelah itu baru penyolderan soket – soket IC.

### C. Kaki Input Output PIC 16F877

Pada gambar 3.4 merupakan gambar hubungan kaki input output PIC16F877 dengan soket *header female* pada rangkaian. Untuk rangkaian input (rangkaiannya sensor infra merah) terletak pada Vdd, Gnd dan Port B (RB0 – RB7) sebelah kanan atas. Sedangkan untuk rangkaian output (rangkaiannya penampil *seven segment*) terletak pada Vdd, Gnd, dan Port A (RA0) sebelah kanan bawah.



**Gambar 3.4. Kaki Input Output Mikrokontroler PIC16F877**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( Jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.141]

### 3.5.1.3 Pembuatan Rangkaian Output Digital

#### A. Pembuatan Awal Rangkaian Output Digital

##### 1. Komponen Rangkaian Output Digital

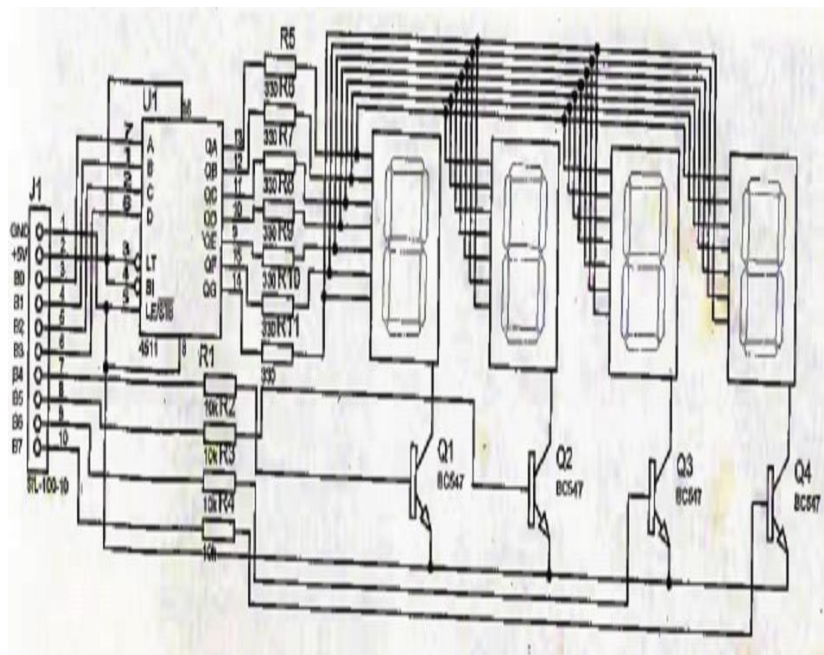
Komponen – komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan rangkaian *Seven Segment* 4 digit terdapat pada tabel 3.7 di bawah ini:

**Tabel 3.7. Komponen Rangkaian Seven Segment\***

| No   | Alat dan Komponen              | Jumlah |
|------|--------------------------------|--------|
| 1.   | PCB Lubang                     | 1      |
| 2.   | 7-segmen Common Cathode        | 4      |
| 3.   | Konektor male ( sisir ) 6 pin  | 1      |
| 4.   | Konektor male ( sisir ) 10 pin | 1      |
| 5.   | Resistor 330 K $\Omega$        | 7      |
| 6.   | Resistor 10 K $\Omega$         | 4      |
| 7.   | Transistor BC547               | 4      |
| 2 8. | IC4511 dan socket IC 16 pin    | 1      |
| 9.   | Kabel                          | -      |

##### 2. Skematik Rangkaian Output Digital

Rangkaian output digital terdiri dari penampil angka 4 digit dan rangkaian IC 4511 yang berfungsi sebagai decoder BCD ke *seven segment*. Gambar 3.5 merupakan skematik rangkaian penampil *seven segment* 4 digit.



**Gambar 3.5. Skematik rangkaian penampil *seven segment* 4 digit**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.175]

### 3. Port Rangkaian Ouput Digital *Seven Segment* Pada Mikrokontroler

Penugasan port rangkaian output digital *seven segment* pada mikrokontroler ditunjukkan tabel 3.8 di bawah ini :

**Tabel 3.8. Penugasan Port Output Digital *Seven Segment* \***

| Nama     | Type           | Kaki I/O | Port | Alat I/O             |
|----------|----------------|----------|------|----------------------|
| YA       | Output Digital | 33       | RB0  | 7-Segment ( DATA-A)  |
| YB       | Output Digital | 34       | RB1  | 7-Segment ( DATA-B ) |
| YC       | Output Digital | 35       | RB2  | 7-Segment (DATA-C)   |
| YD       | Output Digital | 36       | RB3  | 7-Segment (DATA-D)   |
| Ysatuan  | Output Digital | 37       | RB4  | 7-Segment ( COM-1 )  |
| Ypuluhan | Output Digital | 38       | RB5  | 7-Segment ( COM-2 )  |
| Yratusan | Output Digital | 39       | RB6  | 7-Segment ( COM-3 )  |

|         |                |    |     |                     |
|---------|----------------|----|-----|---------------------|
| Yribuan | Output Digital | 40 | RB7 | 7-Segment ( COM-4 ) |
|---------|----------------|----|-----|---------------------|

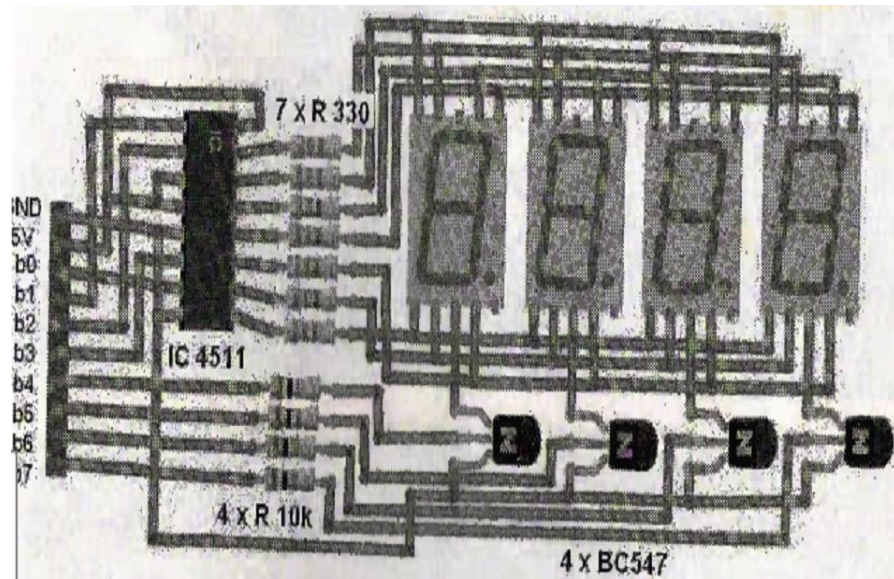
\*Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.187]

#### **4. Prinsip Kerja Rangkaian Ouput Digital *Seven Segment***

Saat diberikan high (on) atau 1 dari mikrokontroler berupa bilangan biner kemudian masuk ke dalam decoder BCD berupa IC 4511 yang dikonversikan untuk mengubah kode bilangan biner sebelumnya menjadi data tampilan berupa angka decimal untuk penampil / *display seven segment* yang bekerja pada tegangan TTL (+5 volt DC). Fungsi dari resistor pada setiap jalur output decoder BCD ke *seven segment* tersebut adalah sebagai pembatas arus maksimum yang mengalir pada IC decoder BCD ke *seven segment* yang digunakan dimana arus maksimum yang diperbolehkan < 20mA.

#### **B. Perakitan Rangkaian Output Digital**

Komponen rangkaian output digital *seven segment* pada tabel 3.7. dipasangkan pada PCB lubang yg telah disiapkan dengan ukuran. Pemasangan komponen pada PCB lubang disesuaikan dengan gambar 3.6.



**Gambar 3.6. Pengawatan Rangkaian Penampil *Seven Segment* 4 Digit**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.177]

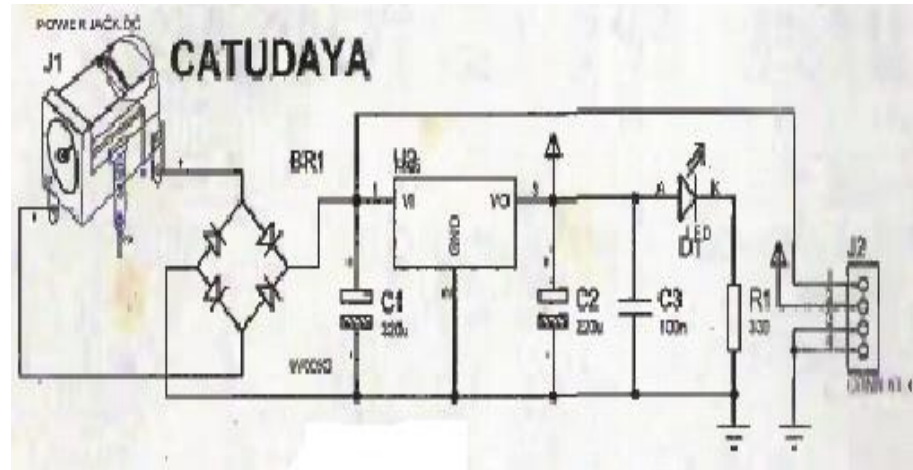
#### 3.5.1.4 Pembuatan Rangkaian Catu Daya

Catu daya yang dirangkai bersumber dari trafo, dimana sisi primer trafo (0-220V ) terhubung ke tegangan AC 220V melalui kabel AC, dan di sisi sekunder trafo (0-12V) terhubung ke jack DC yang terpasang pada rangkaian mikrokontroler PIC16F877.

Dalam sistem operasi rangkaian mikrokontroler PIC16F877 diperlukan sumber tegangan yang stabil yakni sebesar 5 Volt DC agar sistem ini dapat bekerja dengan baik. Selain komponen di atas, pada rangkaian *power supply* juga dapat dilengkapi dengan IC *regulator* untuk pengatur tegangan yaitu IC 7805. Komponen ini akan mengatur batasan tegangan antara 5 Volt DC, jika mendapatkan tegangan input lebih besar dari 5 Volt DC maka tegangan output akan tetap pada



posisi stabil 5 Volt DC. Adapun rangkaian skematik dari catu daya terlihat pada gambar 3.7 :



**Gambar 3.7. Skematik Rangkaian Catu Daya**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.52 ]

Sisi primer trafo (0-220) terhubung ke tegangan AC 220V melalui kabel AC, dan di sisi sekunder trafo (0-12V) terhubung ke jack dc yang sudah terpasang pada rangkaian mikrokontroler PIC16F877.

Berikut gambar 3.8 :

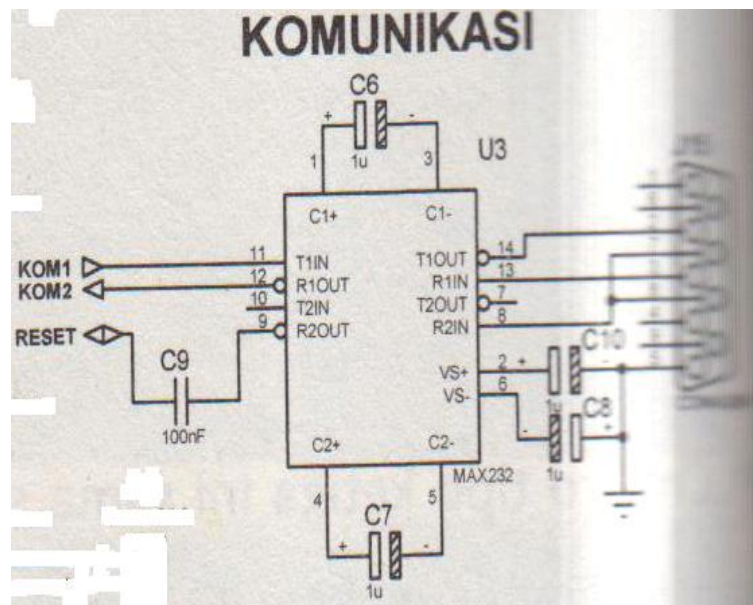


**Gambar 3.8. Rangkaian Catu Daya dengan Sumber Trafo**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex MediaKomputindo,2012),h.41]

### 3.5.1.5 Pembuatan Rangkaian Penghubung Komunikasi

Agar komputer atau laptop dapat berhubungan atau berkomunikasi dengan *device peripheral* luar seperti sensor dan penampil *seven segment* 4 digit, maka dibutuhkan rangkaian tambahan yang disebut dengan *interface* ( antarmuka ). Rangkaian *interface* bertugas untuk menyesuaikan piranti *peripheral* dengan komputer atau laptop. Karena besarnya tegangan, arus, dan daya piranti *peripheral* banyak yang tidak sesuai dengan yang ada dalam komputer atau laptop, terutama karena kecepatan pengolahannya sangat berbeda dengan komputer atau laptop, maka besaran – besaran tersebut harus disesuaikan dengan bantuan *interface*. Berikut gambar 3.9 merupakan skematik rangkaian *interface* RS MAX 232 :



**Gambar 3.9. Skematik Rangkaian komunikasi RS MAX 232**

Sumber : Buku [Dian Artanto, 60 Aplikasi PLC – mikro, ( jakarta : PT.Elex Media Komputindo,2012),h.52]

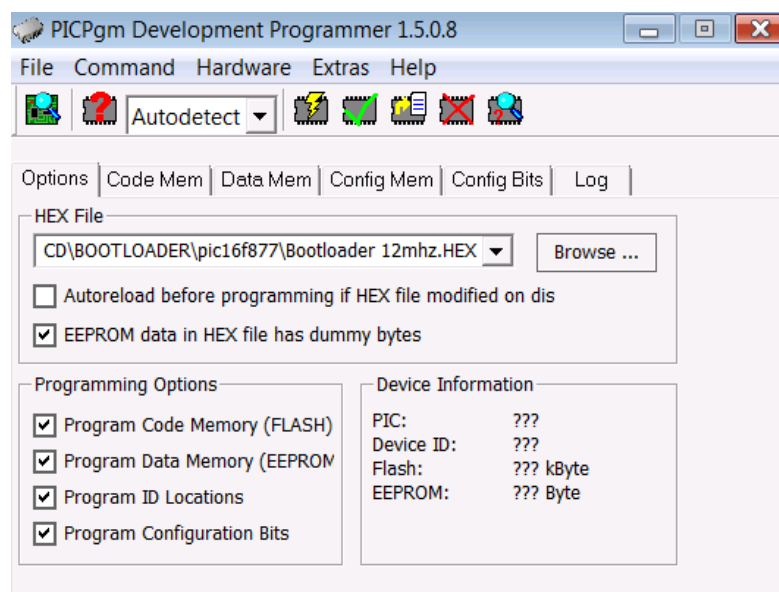


### 3.5.1.6 Pemrograman

Rangkaian mikrokontroler PIC16F877 merupakan pengendali dari rangkaian input dan output sehingga membutuhkan pemrograman untuk mengatur sistem kerja agar berfungsi dengan baik. Agar dapat menghubungkan mikrokontroler dan laptop pada proses pengisian program dibutuhkan kabel konverter USB ke serial RS 232. Berikut keterangan software pemrograman yang digunakan :

#### 1. Pengisian Bootloader pada Mikrokontroler

Pengisian file bootloader menggunakan ICSP ( *In Circuit System Programming* ) dan software yang digunakan adalah ICSP WinPICPgm ke dalam memori mikrokontroler yang masih kosong. Pengisian bootloader disesuaikan dengan kristal yang digunakan pada rangkaian mikrokontroler. Peliti menggunakan kristal 12 Mhz. Berikut tampilan software PICPgm seperti gambar 3.10:



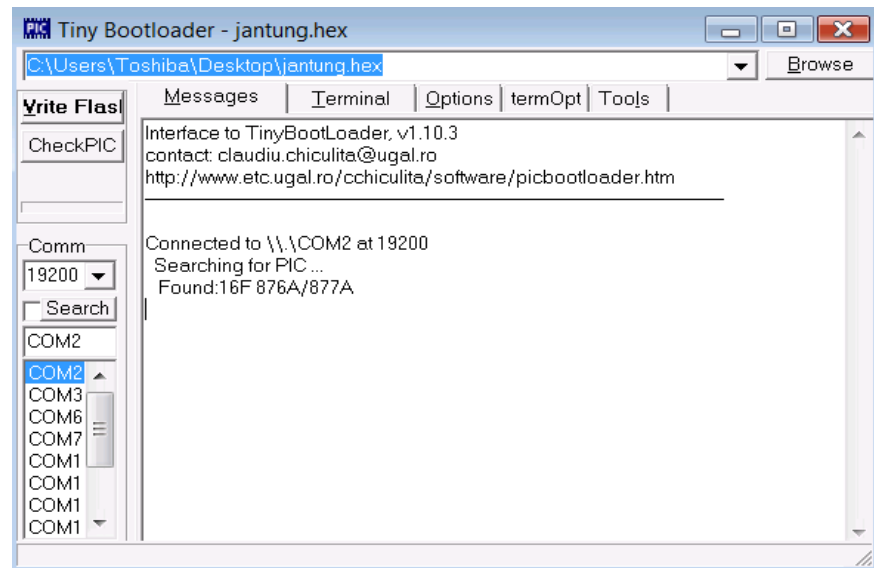
**Gambar 3.10. Tampilan Software PICPgm**

Pengisian file bootloader hanya dilakukan sekali saja, yaitu untuk mikrokontroler yang masih kosong. Begitu mikrokontroler sudah terisi file bootloader, maka untuk seterusnya pemrograman dengan bootloader dapat digunakan.

## 2. Pengupload-an Program Rangkaian Input Output

Setelah melakukan pengisian file bootloader pada mikrokontroler, kemudian dilakukan pengupload-an program ke mikrokontroler. Sebelumnya dibuat terlebih dahulu program diagram tangga rangkaian input dan rangkaian output menggunakan software Ldmikro baru kemudian di upload ke mikrokontroler menggunakan software TinyBld.

Berikut gambar 3.11 merupakan tampilan software TinyBld yang sedang terkoneksi mikrokontroler PIC16F877 yang dibuat peneliti:



**Gambar 3.11. Tampilan Software Tinybld yang sudah terkoneksi Mikrokontroler PIC16F877**

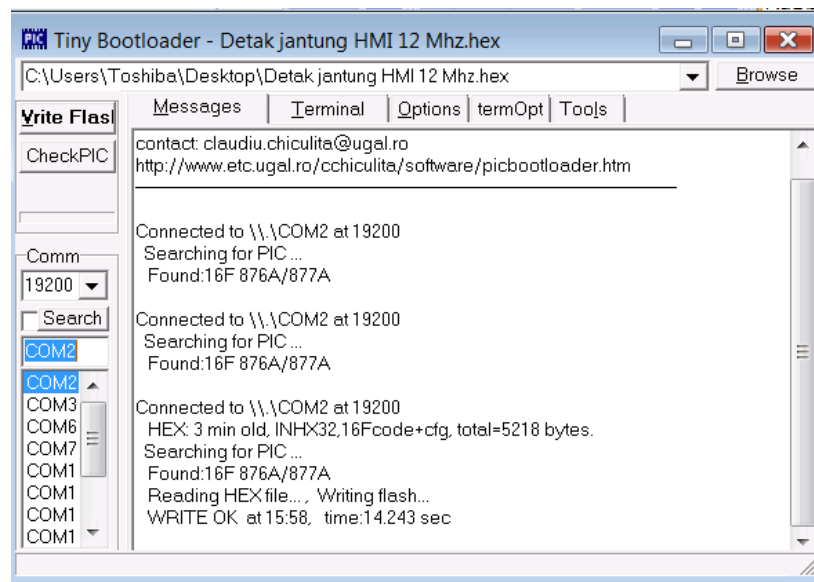
### 3.5.1.7 Output Grafik pada Monitor dengan StamPlot

Hal pertama yang perlu diperhatikan dalam penggunaan stamplot adalah setting bahasa yang dipakai komputer atau laptop. Karena software berbasis teks atau makro, maka pilihan *Regional and Language Options*-nya harus dalam format *English*. Apabila dalam format *Indonesian*, maka program akan menjadi keliru dan tidak bisa disimpan.

Langkah- langkah penggunaan software StamPlot :

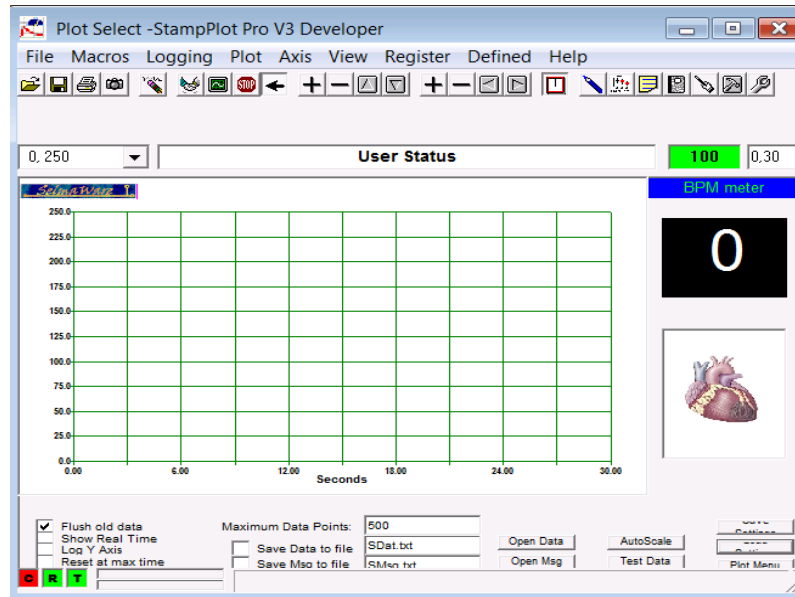
1. Hubungkan alat tanpa menggunakan rangkaian output *seven segment* ke laptop dengan kabel serial.
2. Hidupkan Catu daya
3. Buka aplikasi Tinybld, koneksikan dengan mikrokontroler PIC16f877 dan upload program diagram tangga detak jantung.

Seperti gambar 3.12 :



**Gambar 3.12. Tampilan Tinybld Penguplod-an Program**

4. Jalankan software StamPlot, seperti gambar 3.13 di bawah ini :

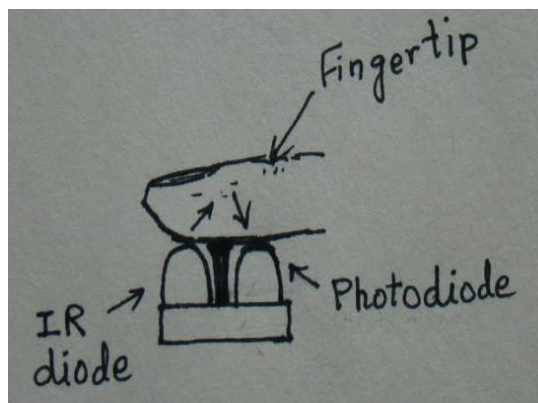


**Gambar 3.13. Tampilan StamPlot**

5. Tempatkan ujung jari tangan pada sensor, maka grafik dan hasil BPM akan muncul.

### 3.5.2 Prinsip Kerja Rangkaian Alat

Setelah rangkaian sudah terisi dengan program dan terhubung dengan catu daya, tempatkan ujung jari tunjung di atas sensor pada rangkaian input. Seperti pada gambar 3.14. :



**Gambar 3.14. Penempatan Ujung Jari di Atas Sensor**

Prinsip kerja dari sensor inframerah tersebut adalah sensor tersebut akan mendeteksi volume darah pada kulit jari yang akan berubah setiap kali darah dipompa ke luar dari jantung dan kembali ke jantung. Perubahan volume darah tersebut selanjutnya akan menghasilkan perubahan sinyal berbentuk pulsa pada sensor inframerah yang seirama dengan detak jantung. Pulsa dapat kemudian dihitung 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.

### **3.5.3 Pengujian Rangkaian Alat**

Pada pengujian rangkaian alat dilakukan dengan pengukuran rangkaian pada titik – titik tertentu dengan menggunakan Digital Multi Meter. Pengujian dilakukan agar rangkaian alat yang telah dirancang dapat bekerja secara optimal sesuai fungsinya.

#### **3.5.3.1 Pengujian Rangkaian Input**

##### **1). Kriteria Pengujian**

- a. Pada rangkaian input digunakan sensor infra merah yang terdiri dari LED infra merah sebagai *transmitter* dan fotodiode sebagai *receiver*.
- b. Adanya perubahan angka – angka yang menandakan rangkaian input memperoleh tegangan masuk dari

mikrokontroler saat dilakukan pengukuran menggunakan multimeter digital.

## **2). Langkah – Langkah Pengujian**

- a. Hubungkan rangkaian input dengan mikrokontroler yang sudah terpasang dengan catu daya.
- b. Hubungkan probe multimeter digital di kaki ke 7 IC LM358 pada rangkaian input dan Gnd pada mikrokontroler.

### **3.5.3.2 Pengujian Rangkaian Pemroses**

#### **1). Kriteria Pengujian**

- a. Pengujian dilakukan pada rangkaian mikrokontroler PIC16F877 dengan pemberian daya dari *power supply* untuk memastikan rangkaian bekerja dengan benar.
- b. Apabila rangkaian bekerja dengan benar, LED indikator yang terletak di samping regulator 7805 akan menyala.
- c. Kemudian dilakukan pengukuran tegangan pada kaki – kaki Vdd dan Gnd dari IC PIC16F877 dan IC MAX232, dimana tegangan Vdd ke Gnd seharusnya sebesar 5V.

#### **2). Langkah – Langkah Pengujian**

- a. Pasang semua komponen pada PCB sesuai gambar layout, kecuali IC PIC16F877 dan IC MAX232 guna menghindari

kerusakan akibat kesalahan jalur yang bisa menyebabkan hubungan singkat.

- b. Berikan tegangan supply dengan menggunakan catu daya trafo ( 0 -12 V ) yang telah dirangkai sebelumnya.
- c. Ukur tegangan pada kaki – kaki Vdd dan Gnd dari PIC16F877 dan IC MAX232

**Tabel 3.9. Letak kaki – kaki Vdd dan Gnd untuk kedua IC:**

|     | PIC16F877      | IC MAX232 |
|-----|----------------|-----------|
| Vdd | Kaki 11 dan 32 | Kaki 16   |
| Gnd | Kaki 12 dan 31 | Kaki 15   |

### 3.5.3.3 Pengujian Rangkaian Output Digital *Seven Segment*

#### 1). Kriteria Pengujian

Rangkaian output seven segment dikatakan bekerja apabila lampu led di dalam display angka *seven segment* 4 digitnya menyala .

#### 2). Langkah – Langkah Pengujian

- a. Pasangkan rangkaian *seven segment* pada mikrokontroler yang sudah terpasang dengan catu daya
- b. Lihat pada display angka *seven segment* apakah menyala atau tidak .

### 3.5.3.4 Pengujian Rangkaian Catu Daya

#### 1) Kriteria Pengujian

Untuk melakukan pengujian ini sebaiknya IC – IC pada mikrokontroler ( IC PIC16F877 dan IC MAX232 ) tidak dipasang dalam rangkaian.

#### 2). Langkah – Langkah Pengujian

- a. Tambahkan kabel AC buntung untuk trafo 500 mA pada terminal 0 dan 220V AC, serta kabel dengan jack DC male untuk terminal CT dan 12V AC.
- b. Masukkan jack DC male dari trafo ke jack DC female mikrokontroler. Apabila rangkaian bekerja dengan benar, LED indikator pada mikrokontroler seharusnya menyala.
- c. Apabila LED indikator mati, berarti ada kerusakan pada rangkaian.

### 3.5.3.5 Pengujian Perbandingan Alat Laju Detak Jantung Ekonomis dengan Alat yang Ada di Pasaran

Pengujian dimaksudkan untuk mendapatkan persentasi kehandalan Alat Laju Detak Jantung Ekonomis yang dirancang penulis dengan membandingkan hasil pengukuran dengan alat yang sudah beredar di masyarakat ( OMRON HEM-7111).Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali.

**Pengujian pertama** yaitu dengan mengambil sample 40 orang dengan indikator pengukuran berdasarkan jenis kelamin pria dan



wanita, berbagai tingkatan usia mulai dari usia 10 - 19 thn , 20 – 29 thn , 30 – 39 thn , 40 – 49 thn , dan 50 thn ke atas dan berat badan.

**Pengujian kedua** yaitu mengambil sample 6 orang dengan indikator pengukuran jenis kelamin 3 pria dan 3 wanita tetapi usia dan berat badan yang sama. Pengujian ini dilakukan untuk melihat perbedaan kecepatan detak jantung pria dan wanita yang memiliki kesamaan pada usia, berat badan dan aktivitas yang sama.