

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2012 sampai bulan Juni 2012 yang dilaksanakan di Laboratorium Biofisika Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, dan Laboratorium Fisiologi Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga .

#### 3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Downloader* ISP mikrokontroler AVR ATmega 8535
2. Solder
3. Penyedot Timah
4. Multimeter Digital
5. Adaptor 12VDC
6. Tang Cucut
7. *Mini Drill*
8. *Tool set*
9. Osiloskop

##### 3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. IC Mikrokontroler AVR ATmega 8535
2. PCB (*Printed Circuit Board*).

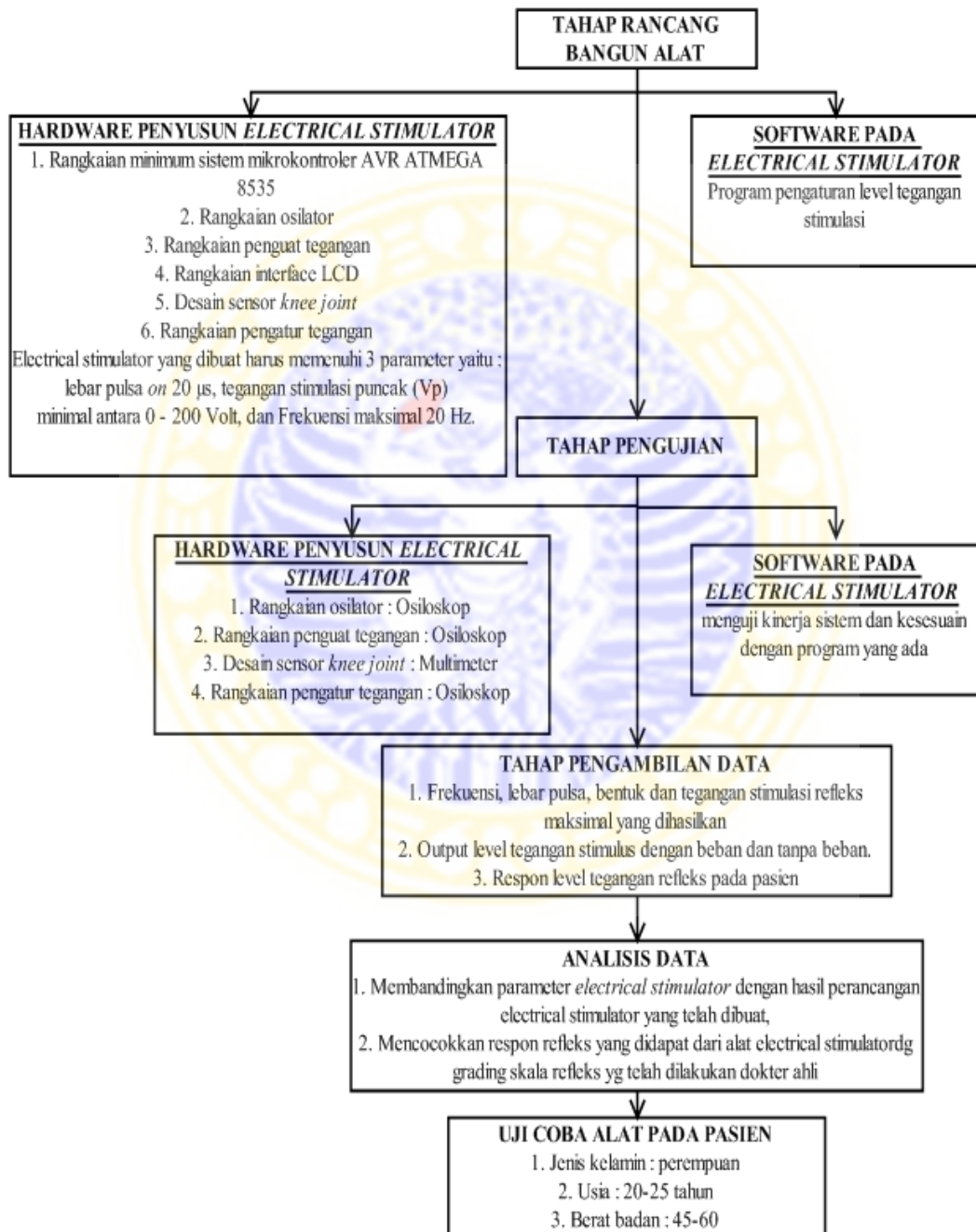
3. Timah
4. Trafo CT 3A
5. *Toggle Switch*
6. Dioda
7. Resistor
8. Kapasitor
9. Transistor NPN BD139, C2073, dan C945
10. IC Regulator 7805 dan 7812
11. IC LM 555
12. IC 4001
13. IC CD4051 BC
14. Relay 12VDC
15. Modul LCD 2x16
16. *Keypad Matriks Rubber*
17. Elektrode Logam (diameter 1,8 cm)
18. Gel Elektrode

### 3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini terbagi dalam 5 tahapan yaitu :

- a. Tahap Rancang Bangun Alat yang terbagi dua yaitu pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).
- b. Tahap Pengujian yang terbagi dua yaitu pengujian pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

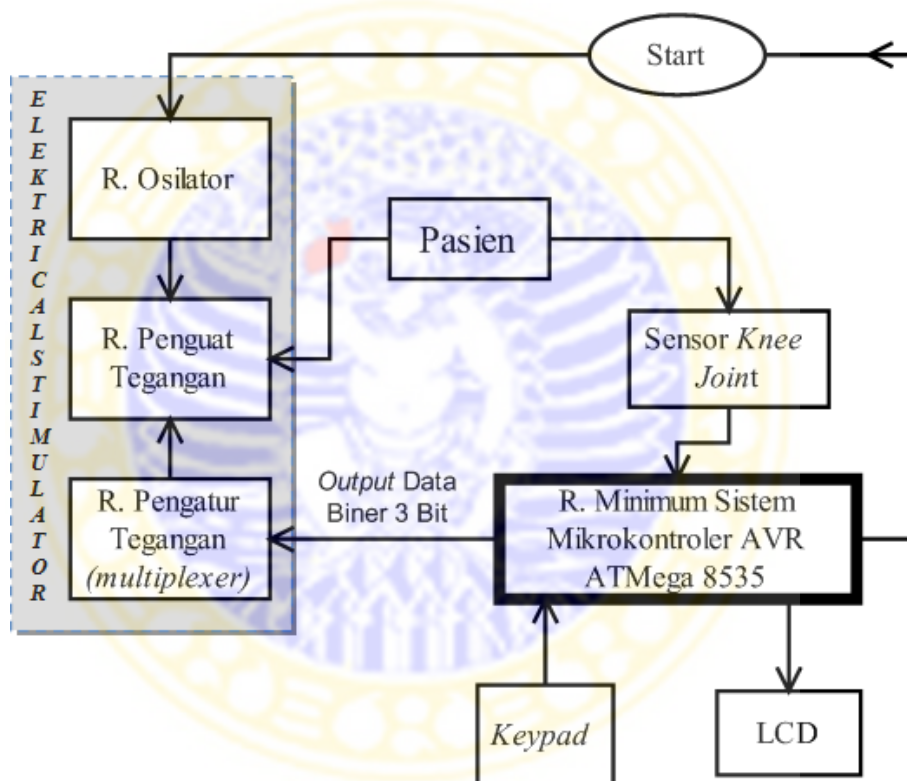
- c. Tahap Pengambilan Data
- d. Tahap Analisis Data merupakan indikator keberhasilan pada penelitian.
- e. Uji coba alat pada pasien



**Gambar 3.1.** Bagan prosedur penelitian

### 3.3.1. Tahap Rancang Bangun Alat

Untuk tahap rancang bangun alat ini, terbagi dalam dua tahap yaitu pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan pembuatan perangkat lunak (*software*). Pada Gambar 3.2 menjelaskan tentang blok diagram sistem pembuatan rancang bangun *electrical stimulator* sebagai pengganti palu refleks (*hammer reflex*).



**Gambar 3.2.** Blok Diagram Rancang Bangun *electrical stimulator* Sebagai Pengganti Palu Refleks (*Hammer Reflex*)

Cara kerja pada blok diagram rancang bangun *electrical stimulator* sebagai pengganti palu refleks (*hammer reflex*) :

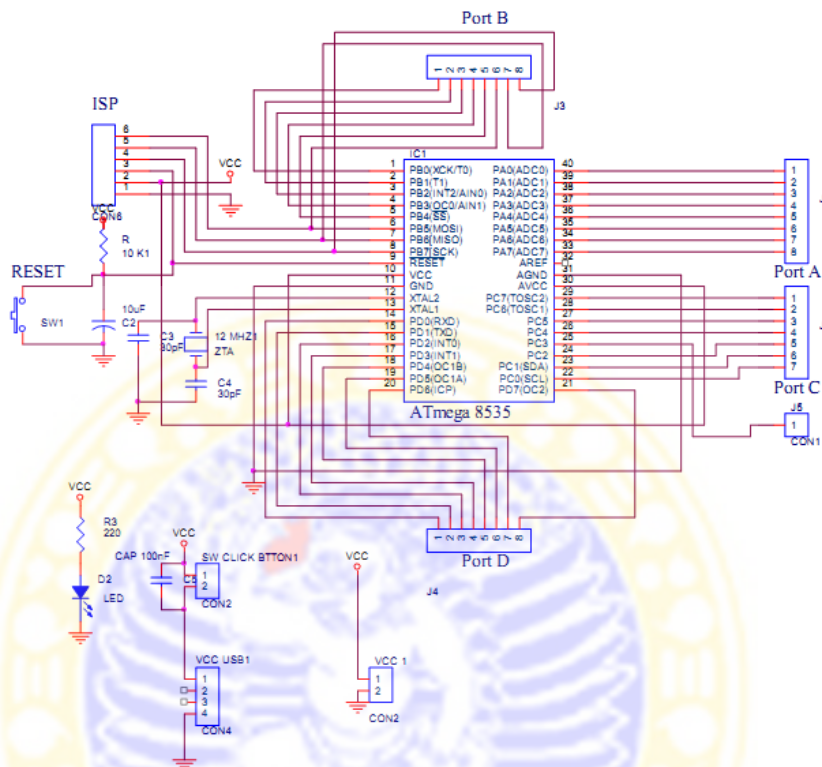
1. Pada saat penekanan *start*, IC mikrokontroler melakukan inisialisasi LCD.
2. Mikrokontroler AVR ATmega 8535 akan bekerja menjalankan program yang sudah ada.

3. Operator akan *meninput* level tegangan yang akan digunakan untuk memberikan stimulus ke pasien melalui *keypad* yang nilai level tegangannya akan ditampilkan pada LCD.
4. Bersamaan dengan penekanan nilai level tegangan melalui *keypad*, akan mengirim *output* data biner 3 bit ke rangkaian pengatur tegangan untuk memberikan pulsa kejutan rangsangan kepada pasien melalui rangkaian penguat tegangan dengan level tegangan stimulasi sesuai yang diberikan melalui *keypad*.
5. Respon refleks dari pasien dapat dideteksi dengan adanya perubahan tegangan yang diukur oleh sensor *knee joint*. Apabila tidak ada perubahan tegangan atau tidak ada respon refleks maka proses *meninput* level tegangan melalui *keypad* diulangi lagi sampai timbul respon refleks dari pasien.
6. Dari pengukuran tersebut hasilnya akan ditampilkan ke LCD yang berupa level tegangan stimulus pasien.

#### **3.3.1.1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)**

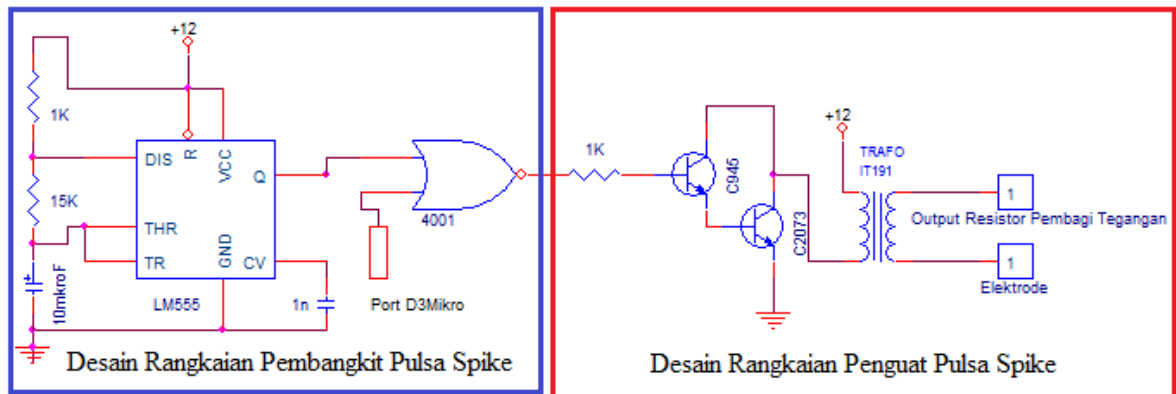
1. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler AVR ATmega 8535 pada Gambar 3.3. Rangkaian ini digunakan sebagai pengolah data pengukuran dan pengontrol besar tegangan stimulus yang akan ditampilkan di LCD. Pada rangkaian ini semua *port* I/O digunakan untuk mengontrol rangkaian pendukung pada *electrical stimulator*, *port A* digunakan untuk mengatur ADC pada sensor *knee joint*, *port B* digunakan untuk mengatur *keypad* dan *port C* digunakan untuk mengatur rangkaian LCD serta pada *port D*

digunakan untuk mengatur *select input* (C, B, A) pada rangkaian pengatur level tegangan untuk mengatur amplitudo stimulus refleks.



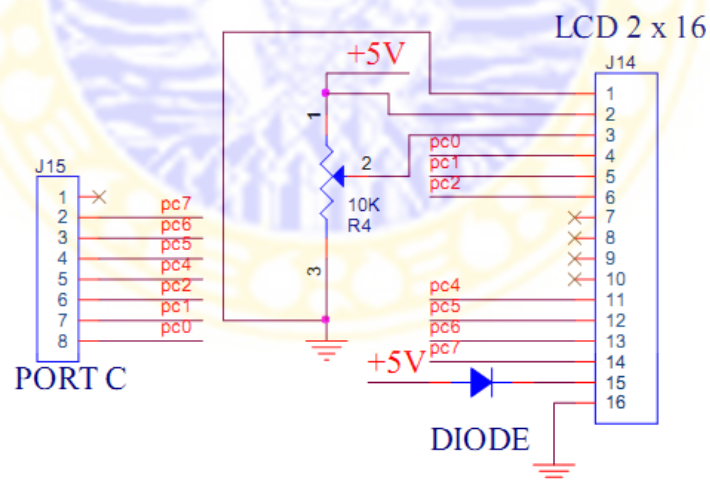
**Gambar 3.3.** Rangkaian minimum sistem mikrokontroler AVR ATmega 8535 (Heryanto, 2008).

2. Rangkaian osilator dapat dilihat pada Gambar 3.4. Rangkaian osilator ini menggunakan IC LM 555 *astable* multivibrator sebagai pembangkit gelombang *spike*.
3. Rangkaian penguat tegangan pada Gambar 3.4. Rangkaian ini digunakan untuk menguatkan tegangan pada pemberian stimulus refleks dengan memanfaatkan elektroda permukaan untuk mengalirkan tegangan stimulusnya ke pasien.



**Gambar 3.4.** Desain Rangkaian Pembangkit dan Penguat Tegangan (Arsianti, 2010)

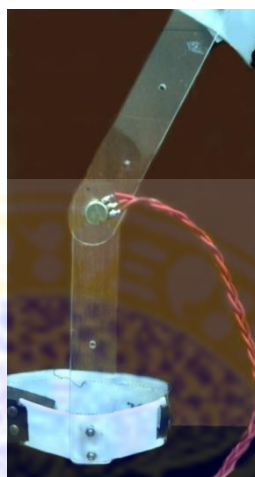
4. Rangkaian *interface* LCD pada Gambar 3.5. Rangkaian ini digunakan untuk inisialisasi awal pada proses persiapan sebelum program utama pada mikrokontroler dijalankan dan juga untuk menampilkan level tegangan stimulus pada pasien, serta mendeteksi adanya respon refleks pada pasien.



**Gambar 3.5.** Rangkaian LCD (Andrianto, 2008)

5. Desain sensor *knee joint* pada Gambar 3.6. Untuk mendeteksi respon refleks dibutuhkan sensor *knee joint*. Desain sensor *knee joint* terbentuk dari bahan akrilik, terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian atas dan

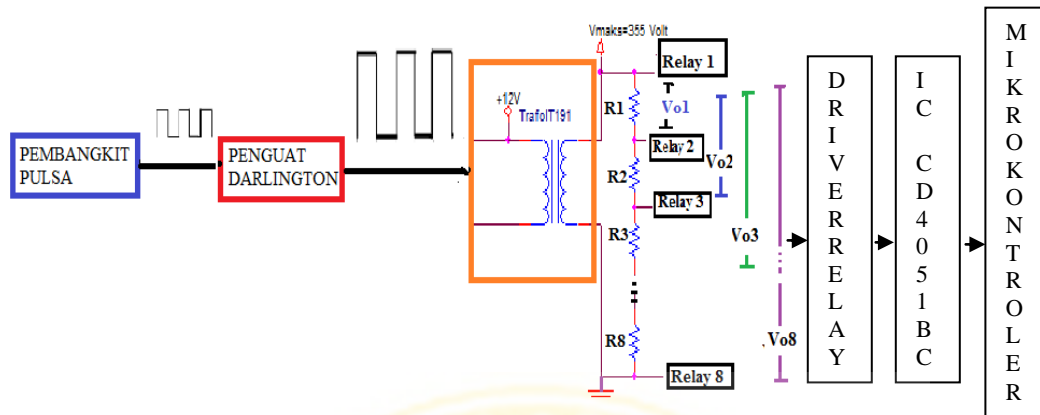
bagian bawah. Antara bagian atas dan bagian bawah dihubungkan dengan sebuah potensiometer yang posisi penempatannya sejajar dengan sendi putar dari *knee joint*.



**Gambar 3.6.** Bentuk Sensor *Knee Joint*

6. Blok diagram untuk rangkaian pengatur tegangan stimulasi dapat dilihat pada Gambar 3.7. Rangkaian pengatur tegangan terdiri dari *driver* untuk 8 *relay* dan IC *multiplexer* 4051. Pada penelitian ini, rangkaian *driver relay* digunakan sebagai pembagi tegangan untuk mengatur level tegangan stimulus refleks yang akan dikeluarkan setelah mendapat perintah dari mikrokontroler. Komponen pada rangkaian ini menggunakan *relay* 12VDC, transistor NPN BD139, dan C945, dioda 4002 dan IC 4051.





**Gambar 3.7.** Blok Diagram rangkaian pengatur tegangan sebagai pembagi tegangan

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan level tegangan stimulasi refleks ( $V_p$ ) adalah sebagai berikut:

$$V_{O1} = \frac{R1}{R_{tot}} \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$V_{O2} = \frac{R1+R2}{R_{tot}} \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$V_{O3} = \frac{R1+R2+R3}{R_{tot}} \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$V_{O4} = \frac{R1+R2+R3+R4}{R_{tot}} \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$V_{O5} = \frac{R1+R2+R3+R4+R5}{R_{tot}} \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.6)$$

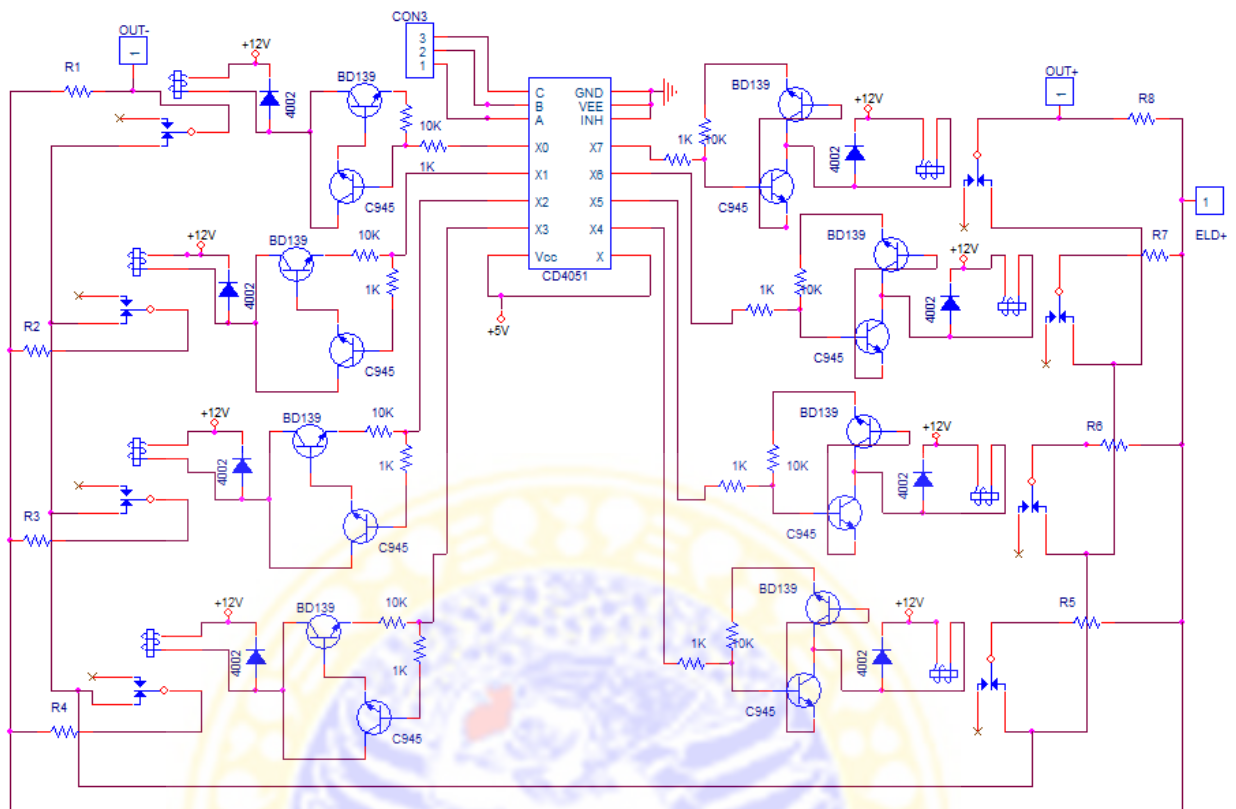
$$V_{O6} = \frac{R1+R2+R3+R4+R5+R6}{R_{tot}} \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$V_{O7} = \frac{R1+R2+R3+R4+R5+R6+R7}{R_{tot}} \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$V_{O8} = \frac{R_{tot}}{R_{tot}} \times V_{maks} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$R_{tot} = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 + R7 + R8 \dots\dots\dots(3.1)$$

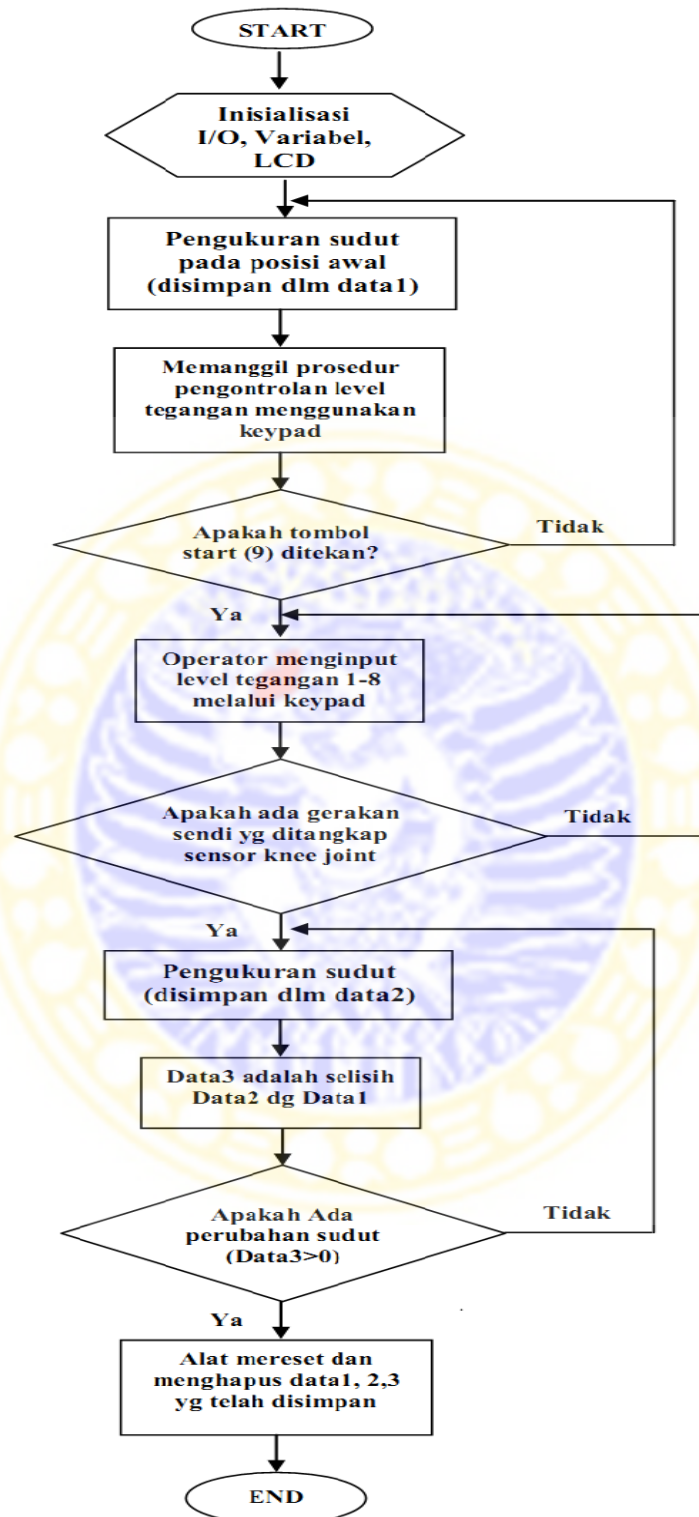
Untuk rangkaian pengatur tegangan stimulasi sebagai pembagi tegangan untuk mengatur amplitudo stimulus refleks, secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8.** Desain rangkaian pengatur tegangan stimulasi

### 3.3.1.2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada perancangan *software* pada mikrokontroler AVR ATmega 8535 menggunakan bahasa C, *flowchart software* dapat dilihat pada Gambar 3.9. Perancangan *software* meliputi inisialisasi pada LCD dan  *keypad*, pengaturan pada pemilihan level tegangan stimulasi dan menampilkan tegangan stimulasi refleksi yang diberikan kepada pasien melalui LCD.



**Gambar 3.9.** Flowchart perangkat lunak (*software*) *electrical stimulator* sebagai pengganti palu refleks (*hammer reflex*)

### 3.3.2. Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat dilakukan uji kinerja, *hardware*, dan *software* pada rancangan alat *electrical stimulator* yang telah dibuat. Untuk pengujian kinerja diuji berdasarkan parameter yang telah dijelaskan pada subbab 2.3 halaman 16 yaitu lebar pulsa minimum 20  $\mu$ s, frekuensi maksimal 20 Hz, dan tegangan stimulasi puncak ( $V_p$ ) minimal antara 0–200 Volt. Untuk menguji desain rangkaian penguat tegangan dilakukan dengan memberikan catu daya sebesar 12 Volt ke transformator dan sinyal *input* persegi. Pengujian dilakukan dengan beban dan tanpa beban. Beban disini adalah resistansi tendon yang dihubungkan dengan elektroda pada tendon. Apabila telah sesuai dengan parameter tersebut, kemudian *electrical stimulator* ini diuji cobakan kepada pasien yang sebelumnya telah diuji respon refleks untuk menentukan grading skala refleksnya oleh dokter ahli. *Electrical stimulator* disini menggantikan penggunaan palu refleks, karena dapat memberikan tegangan stimulus yang terukur kepada pasien. Tegangan stimulus ini diberikan langsung ke tendon pasien, sehingga dapat memberikan efek kejut karena adanya rambatan sinyal listrik. Efek kejut inilah yang dapat menggantikan penggunaan palu refleks yang biasanya digunakan dokter.

Pada pengujian *hardware electrical stimulator*, dilakukan pada setiap rangkaian pendukung. Untuk pengujian pada rangkaian osilator diuji menggunakan osiloskop, agar mendapatkan data jarak antar pulsa (periode total), dan frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian osilator. Pada rangkaian penguat tegangan juga diuji dengan menggunakan osiloskop untuk mengetahui bentuk

gelombang, dan tegangannya mengalami penguatan atau tidak, serta mengecek lebar pulsa yang dihasilkan untuk menentukan *duty cyclenya*. Untuk desain sensor *knee joint* diuji keluaran dari sudut putar potensiometer terhadap tegangan yang dihasilkan menggunakan multimeter. Sedangkan pada rangkaian pengatur level tegangan sebagai pembagi tegangan diuji keluarannya menggunakan osiloskop dengan pemberian logika *high* (+5V) dan *low* (0V).

Pada pengujian software *electrical stimulator* digunakan untuk mengkalibrasi sistem dengan cara mengecek keluaran sistem apakah sudah bisa untuk mengatur tegangan pada blok rangkaian pengatur tegangan dan blok *electrical stimulator* dengan menginput logika melalui *keypad*, serta membuat simulasi untuk mendeteksi adanya gerakan pada sensor *knee joint*. Apabila ada gerakan dari sensor *knee joint* maka program akan mereset dan secara otomatis akan menghapus data yang telah disimpan serta melakukan inisialisasi awal lagi untuk menginputkan logika pada rangkaian pengatur tegangan melalui *keypad*.

### **3.3.3. Tahap Pengambilan Data**

Pengambilan data dilakukan untuk mengambil data kinerja alat, data respon level tegangan pada pasien, dan data pengaturan tegangan stimulasi menggunakan osiloskop. Data kinerja alat digunakan untuk menguji seberapa besar kinerja alat serta mengetahui hasil dari kerja alat tersebut. Pengambilan data respon level tegangan pada pasien dilakukan dengan cara menaikkan level tegangan dari yang terendah sampai pasien mulai merespon refleks yang ditandai dengan adanya gerakan sendi yang ditangkap oleh sensor *knee joint*. Pada blok

rangkaian penguat tegangan dan blok pengatur tegangan dilakukan pengambilan data pengaturan tegangan stimulasi menggunakan osiloskop.

### 3.3.4. Metode Analisis Data

Pada tahap ini, analisis data pada perancangan *electrical stimulator* sebagai pengganti palu refleks ini adalah untuk mendapatkan dan mengetahui level ambang tegangan stimulasi refleks yang dapat menghasilkan respon refleks secara kuantitatif yang ditampilkan pada LCD. Tegangan stimulasi refleks ini meliputi tegangan puncak ( $V_p$ ) yang dapat berubah-ubah dengan lebar pulsa yang tetap. Level ambang tegangan stimulasi refleks yang dapat menghasilkan respon refleks dari alat *electrical stimulator* ini dicocokkan dengan *grading* skala refleks yang telah dilakukan oleh dokter ahli. Dari data yang diambil dari masing-masing pengujian digunakan untuk menentukan kelayakan dari alat yang telah dibuat.

Analisis data pada perancangan *electrical stimulator* sebagai pengganti palu refleks (*hammer reflex*) dilakukan dengan mencari kesesuaian parameter *electrical stimulator* yang telah dijelaskan pada subbab 2.3 yaitu pada tegangan stimulasi ( $V_p$ ) dengan beban dan tanpa beban. Pengambilan data pengamatan pada pasien digunakan untuk mendapatkan dan mengetahui level ambang tegangan stimulasi refleks yang dapat menghasilkan respon refleks secara kuantitatif disertai tampilan level tegangan stimulasi pada alat yang dicocokkan dengan hasil *grading* skala refleks yang dilakukan oleh dokter ahli. Tegangan stimulasi refleks ini meliputi tegangan puncak ( $V_p$ ) tertentu dan lebar pulsa yang tetap.