

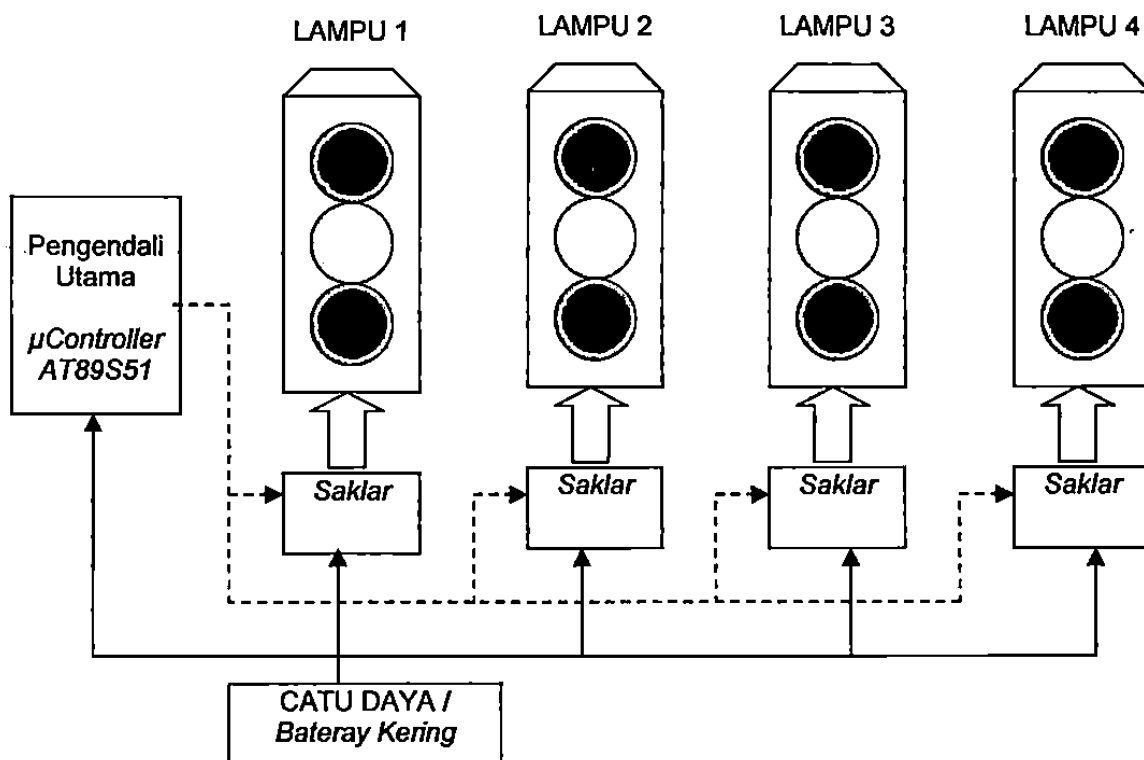
## BAB IV

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pembuatan Sistem *Traffic Light Portable* dilakukan melalui tahap : perancangan *hardware*, perancangan *software*, implementasi dan pengujian. Perancangan dilakukan dengan membuat diagram blok sistem alat, dilanjutkan dengan mendisain rangkaian. Implementasi adalah proses pembuatan rangkaian dan pembuatan *software*. Pengujian adalah bagian akhir dari proses perancangan dan implementasi.

#### A. Perancangan *Hardware*

Perangkat keras yang dibuat meliputi bagian sumber daya, mikrokontroler, dan saklar. Secara umum alat yang dirancang mempunyai spesifikasi desain hardware sebagai berikut :



Gambar 4.1 Sistem *Traffic Light Portable*

Sistem *Tarffic Ligth Portable* akan menghidup-matikan lampu LED secara bergantian seperti pada traffic light pada umumnya. Pengendalian hidup-mati lampu LED tersebut dilakukan oleh mikrokontroler dengan bantuan rangkaian saklar. Fungsi dari saklar sendiri adalah sebagai *switching* untuk arus yang cukup besar untuk LED, dimana dipicu oleh arus yang cukup kecil dari keluaran mikrokontroler. Kerja mikrokontroler ditentukan oleh *software* yang disimpan di dalamnya, sehingga lama cepatnya satu kumpulan lampu LED nantinya akan tergantung dari program yang dibuat. Catu daya atau *power supply* akan memberikan arus yang cukup untuk mikrokontroler dan juga untuk LED melalui rangkaian saklar.

## 1. Blok Rangkaian

### a. *Power Supply*

*Power supply* menggunakan aki 12 V 10AH atau 2 unit aki 12V 5AH yang dibutuhkan untuk menyalakan led sebesar 40 Watt selama 2 jam. Dengan perhitungan sebagai berikut

$$W = 12 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} \cdot 1 \text{ Hour} = 120 \text{ joule}$$

$$\text{Total Daya led} = 40 \text{ Watt}$$

Maka waktu yang di dapat untuk menyalakan led sebesar 40 Watt adalah

$$P = \text{Daya ( Watt )}$$

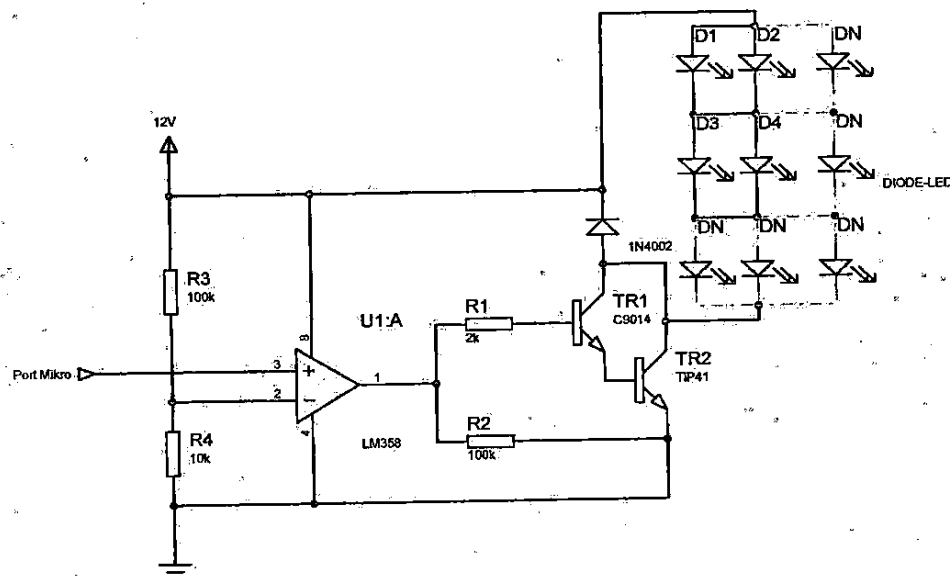
$$t = \text{waktu ( Hour )}$$

jadi aki atau batrey sebesar 12V 10AH dapat menyalakan led sebesar 40 Watt selama 3 jam. Jika akan menggunakan aki sebesar 12V 5AH untuk digunakan selama 2 jam maka dibutuhkan 2 unit aki. Karena 1 unit aki 12V 5AH hanya mampu menyalakan led 40 Watt selama 1.5 jam.

### b. Saklar untuk LED.

Rangkaian saklar dibagi menjadi saklar lampu Merah, saklar lampu Kuning dan saklar lampu Hijau. Hal ini dimaksudkan agar saklar dapat menghidup-matikan lampu Merah, Kuning dan Hijau secara terpisah.

saklar dibentuk oleh beberapa transistor. Rangkaian saklar untuk masing-masing lampu ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Rangkaian saklar.

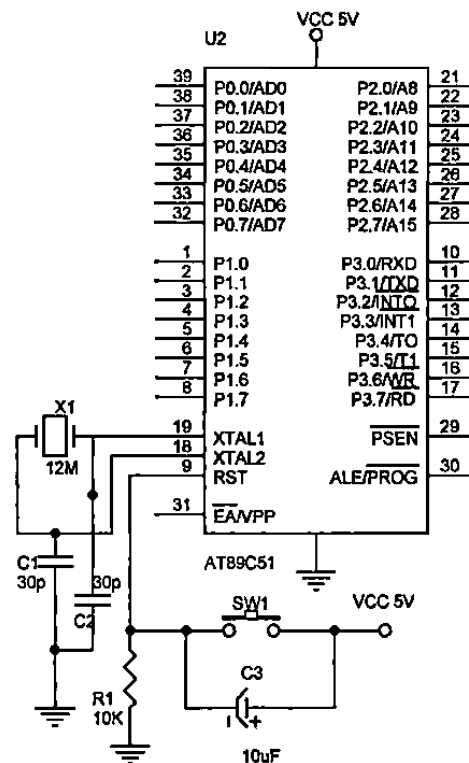
Cara kerja rangkaian adalah sebagai berikut: jika *port* mikrokontroler P1 berlogika “1” maka transistor C9014 dan TIP41 akan aktif dan lampu LED akan menyala, lampu LED tidak akan menyala jika P1 berlogika “0”. Jadi untuk menghidupkan lampu LED pada lampu yang lain maka diperlukan kendali *port-port* mikrokontroler sesuai warna lampu LED pada traffic light.

### c. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan pengendali utama (otak) dari Sistem. *Traffic Ligth Portabel*. Untuk menjalankan *routine* program, sebuah mikrokontroler memerlukan pulsa *clocking* yang dibentuk dengan menambahkan komponen eksternal berupa kristal dan kapasitor. Besarnya kristal biasanya 11.059MHz atau 12MHz sedangkan kapasitor besarnya 30pF. Kristal adalah suatu komponen yang akan menghasilkan sinyal sinus dengan frekuensi tertentu jika kedua kakinya diberi tegangan DC tertentu.

Untuk memulai menjalankan *routine-routine* program yang disimpan di dalamnya, mikrokontroler memerlukan pulsa *reset* (*RESET*). Pulsa *reset* ini aktif TINGGI dan setelah itu *pin* ini harus selalu diberi pulsa RENDAH agar mikrokontroler dapat menjalankan *routine* program. Pemberian pulsa *reset* ini dapat dibentuk dengan menggunakan saklar *reset*. Selain itu dapat dibuat *Auto reset* yang dibentuk oleh komponen eksternal resistor (R) dan kapasitor (C). Komponen C dihubungkan dengan tegangan positif VCC dan kaki satunya bersama dengan R dihubungkan dengan kaki reset. Cara kerja reset tegangan

dihidupkan pertama kali maka akan terjadi pengisian pada C dan mula-mula saat C kosong seolah-olah tegangan akan langsung diteruskan ke kaki *RESET* (C seperti *short circuit*). Selanjutnya C diisi dan saat penuh seolah-olah C seperti *open circuit*. Resistor akan mengikat kaki *reset* dengan *ground* (*level RENDAH*). Rangkaian ditunjukkan pada Gambar 4.3.

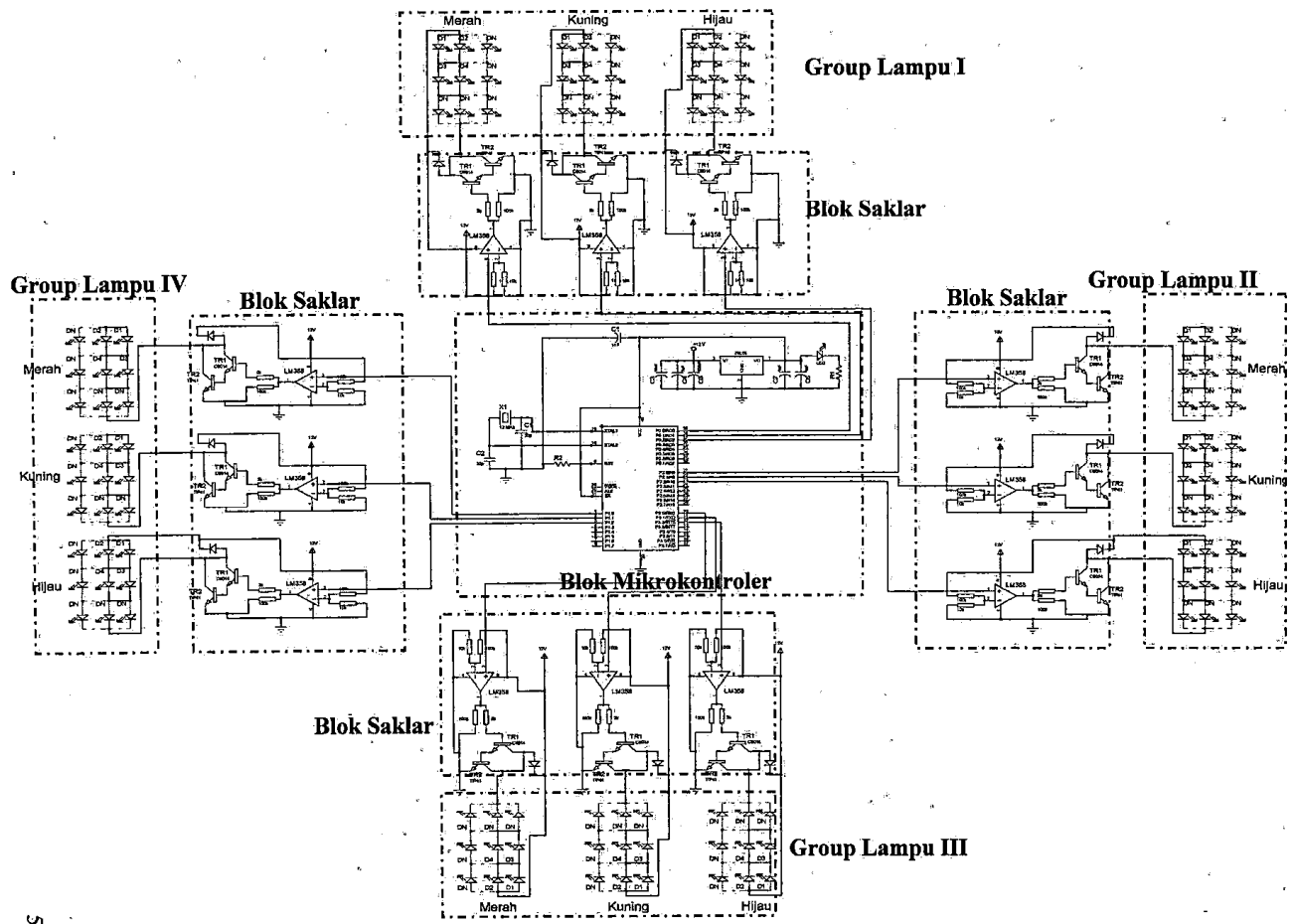


Gambar 4.3. Rangkaian dasar mikrokontroler

*Port-port* dari mikrokontroler yang terdiri dari *port 0*, *port 1*, *port 2* dan *port 3*, digunakan untuk keluaran yang akan mengendalikan kerja rangkaian saklar.

## 2. Rangkaian Lengkap

Berdasarkan hasil perancangan per blok rangkaian selanjutnya dibuat rancangan rangkaian secara sistem menyeluruh dari penggabungan kesemua blok rangkaian yang telah dibuat. Rancangan rangkaian lengkap ditunjukkan pada Gambar



Gambar 4.4 Rangkaian Lengkap Sistem Traffic Light Portable

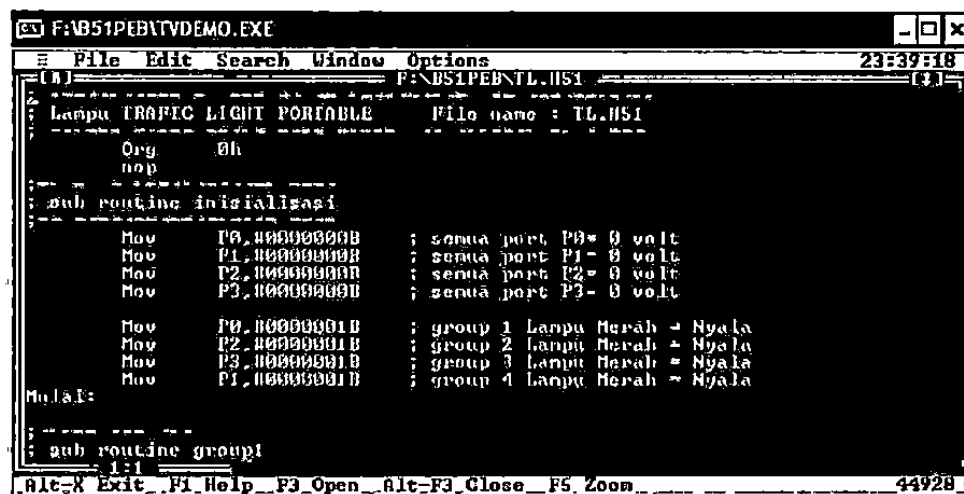
## B. Perancangan Software

*Software* merupakan kumpulan perintah yang bertujuan untuk melakukan suatu proses tertentu, yang dijalankan pada suatu lingkungan perangkat keras tertentu.

### 1. Spesifikasi Perangkat Lunak

Dalam implementasinya, perangkat lunak yang dirancang ditampung dalam sebuah IC, yang akan menerima data, mengolahnya dan menampilkan hasil pada lampu LED. Pemrograman mikrokontroler harus memperhatikan skema rangkaian yang dibuat, karena program harus sesuai dengan fungsi masing-masing pin/port yang terhubung dengan komponen lain sebagai pendukung operasi mikrokontroler. Apabila program yang dibuat tidak sesuai dengan definisi fungsi port maka system tidak akan bekerja dengan benar.

Dalam perancangan perangkat lunak ini, bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa assembler dengan software TVDEMO dari produk BERIN ELEKTRONIK. Sedangkan mikrokontroler yang dipakai adalah Atmel seri AT89S51.



```
File Edit Search Window Options 23E39F18
F:\851PEB\TVDEMO.EXE
Lampu TRAFIC LIGHT PORTABLE File name : TL.H51
Org 0h
nop
: sub routine inisialisasi
:-----
Mov P0,00000000h ; semua port P0= 0 volt
Mov P1,00000000h ; semua port P1= 0 volt
Mov P2,00000000h ; semua port P2= 0 volt
Mov P3,00000000h ; semua port P3= 0 volt

Mov P0,00000010h ; group 1 Lampu Merah = Nyala
Mov P2,00000010h ; group 2 Lampu Merah = Nyala
Mov P3,00000010h ; group 3 Lampu Merah = Nyala
Mov P1,00000010h ; group 4 Lampu Merah = Nyala
Mula:
:-----
: sub routine group1
:-----
1:1
Alt-K Exit Alt-F1 Help Alt-F3 Open Alt-F3 Close Alt-F5 Zoom 44928
```

Gambar 4.5. Dambuat software dengan TV Demo

Dalam mendownload program yang telah dibuat pada TVDEMO ke dalam IC mikrokontroler digunakan software ATMEL MICROCONTROLLER PROGRAMMER AND EVALUATION BOARD yang juga dikeluarkan oleh BERIN ELEKTRONIK. Caranya ketik L=Load file kemudian ketik nama file selanjutnya ketik A=auto run, maka software akan dikompile ke ASM-OBJ-HEX-BIN lalu didownload ke IC



Gambar 4.6. Download software dengan Berin B51PEB

## 2. Operasi Perangkat Lunak

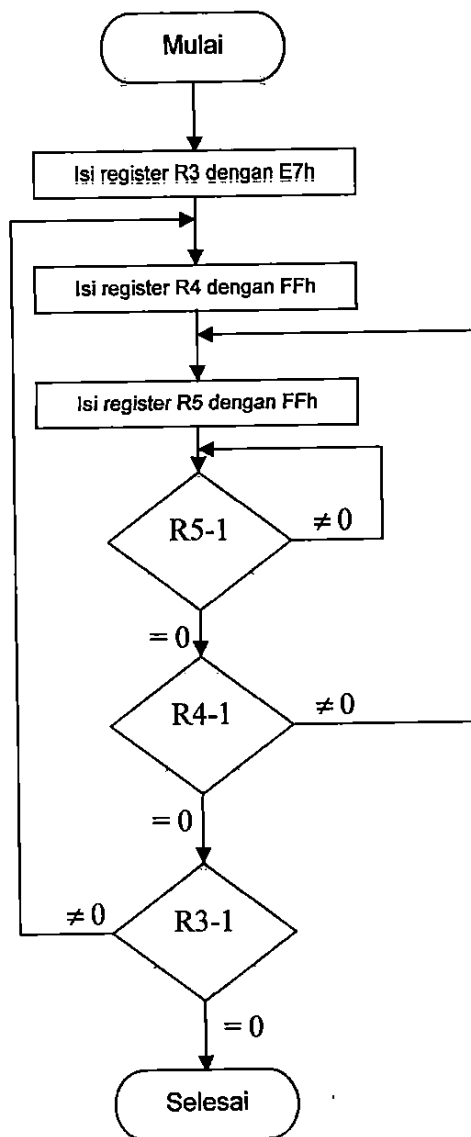
Dalam perancangan *software* untuk *Tarffic Light Portabel* dibuat sistem persimpangan empat. Yang perlu diperhatikan dalam program ini adalah lamanya waktu hidup untuk lampu Merah, lampu Kuning dan Lampu Hijau.

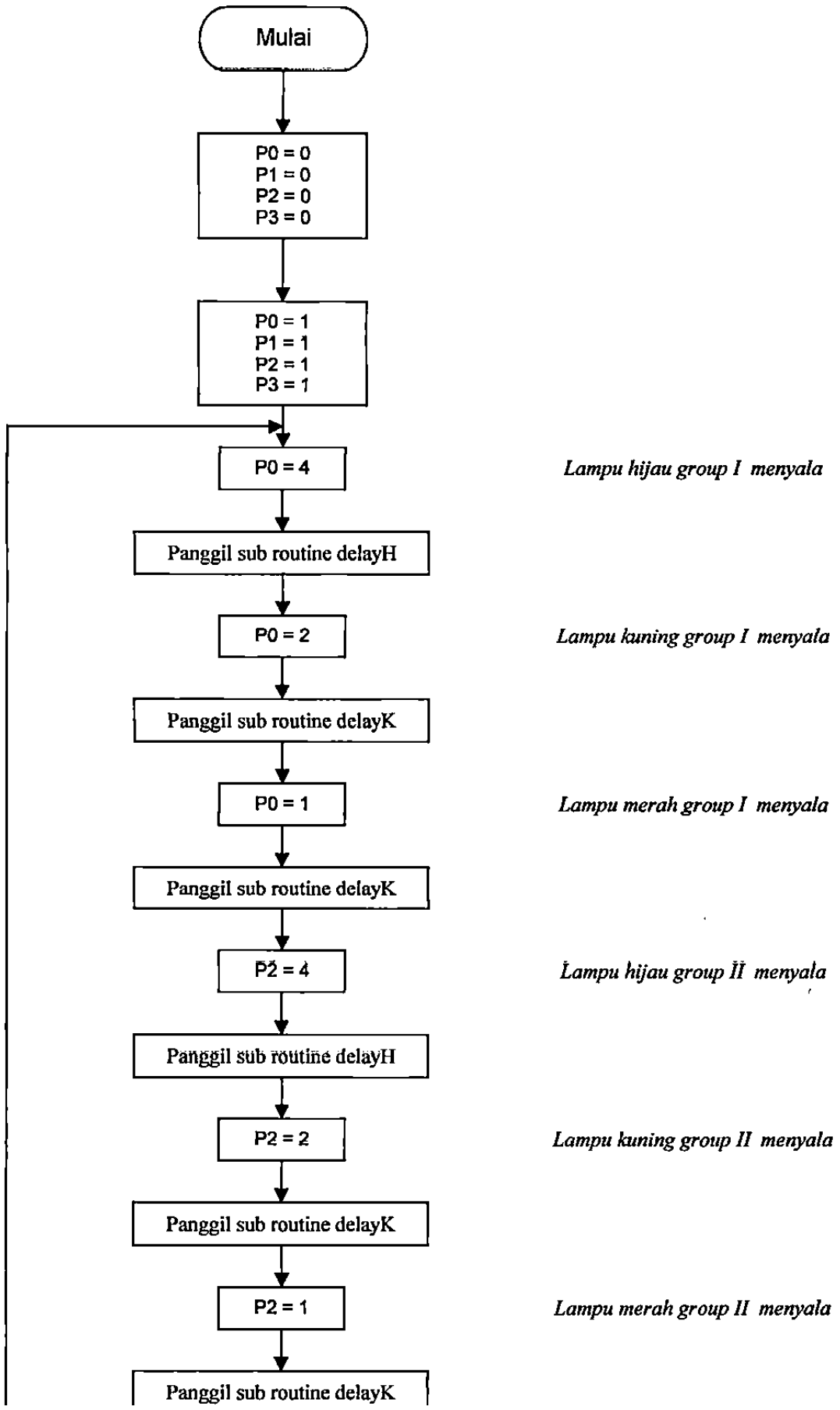
Saat pertama kali dinyalakan, mikrokontroler akan menjalankan inialisasi awal, yaitu membuat semua port pada posisi *LOW*, kemudian mikrokontroler akan menghidup matikan lampu led sesuai urutan hidup mati lampu traffic light portable.

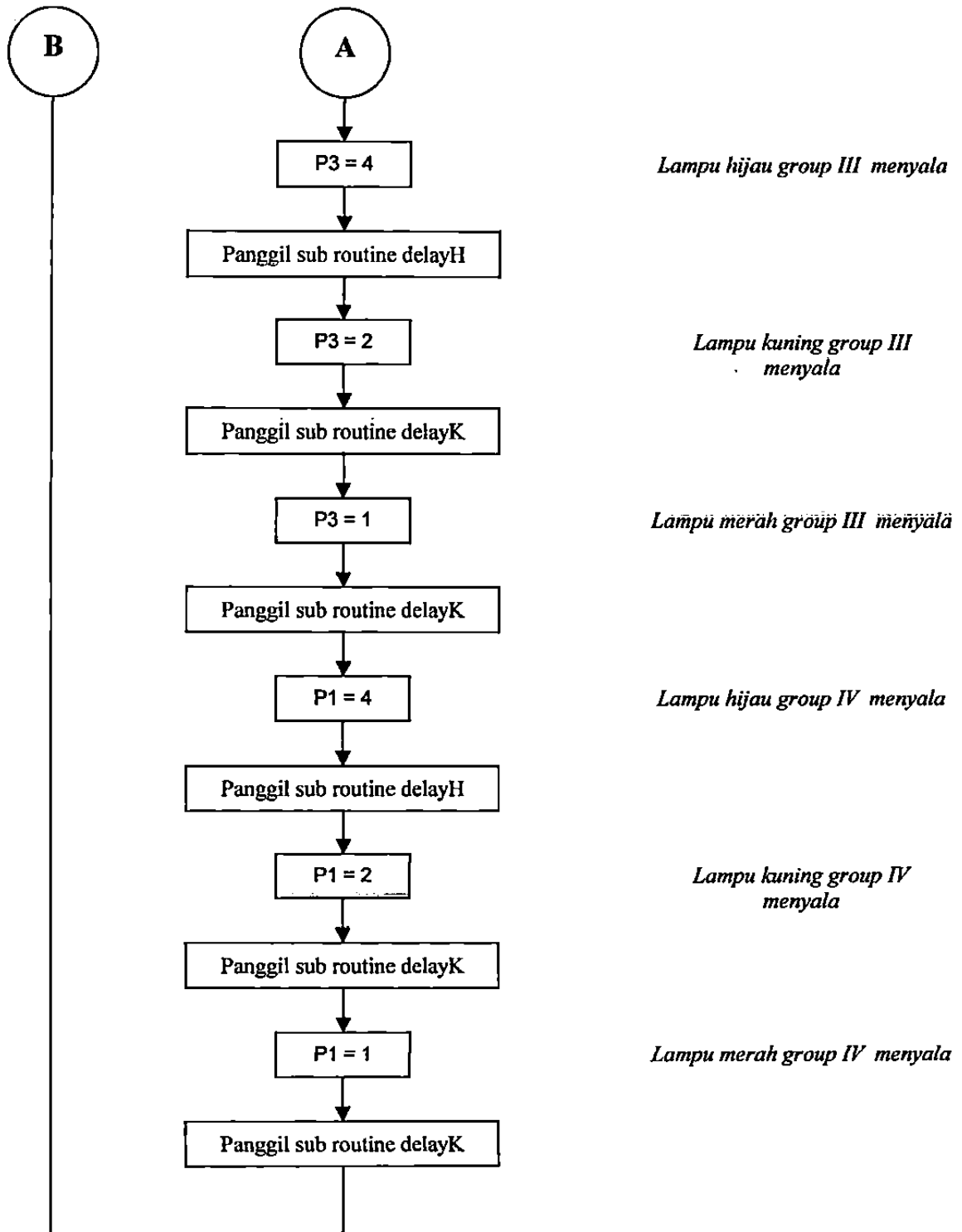
Dasar-dasar adalah gambar flowchart dari sistem traffic light portable



**Sub Routine delayH = 30s**







Gambar 4.7. Gambar flowchart pemrograman sistem traffic light

### C. Implementasi

Berdasar perancangan rangkaian di atas selanjutnya dilakukan pembuatan *lay out* PCB dengan menggunakan program *Proteus 7 Professional*. Selanjutnya dilanjutkan dengan proses pembuatan PCB dan pemasangan komponen. Proses terakhir adalah pengujian per blok rangkaian sampai diperoleh hasil rangkaian yang benar-benar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Proses berikutnya melakukan *programming* mikrokontrolernya untuk mengendalikan semua fungsi dari *hardware* tersebut. Selanjutnya *hardware* dan *software* tersebut disusun mejadi satu sistem lengkap untuk diteliti unjuk kerjanya.

Program dibuat dalam bahasa *assembly* mikrokontroler, dalam hal ini bahasa AT89S51, ditulis pada teks editor program *MS DOS Prompt (TV Demo)* kemudian disimpan dengan ekstensi “\*.asm”. Yang nantinya di-*download* ke IC mikrokontroler menggunakan program *compiler* BP51 (Berin).

Dalam penyusunan program perlu diperhatikan hal-hal seperti inisialisasi, program utama, prosedur-prosedure dan *subrutin*. Inisialisasi adalah *routine* program yang berfungsi untuk membuat rangkaian ke posisi siap. Program utama adalah *routine* program yang berfungsi mengendalikan prosedur atau *subroutine* sedangkan prosedur atau *subroutine* merupakan *routine* program yang berfungsi khusus melakukan suatu perintah tertentu pada *port-port* mikrokontroler.

### D. Hasil Dan Analisa

... ..

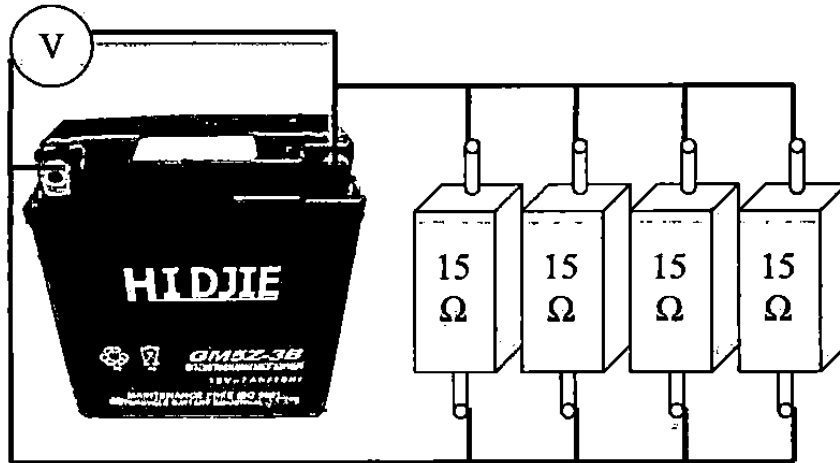
1. Pengujian perangkat keras dilakukan pengukuran tegangan masukan dan keluaran pada tiap blok rangkaian.
2. Pengujian perangkat lunak dicoba didownload dan dijalankan serta dicek keluaran masing-masing port sebelum di sambungkan dengan perangkat keras.
3. Pengujian alat yaitu perangkat keras dihubungkan dengan mikrokontroler dan selanjutnya program di dalam mikrokontroler di jalankan serta diamati kinerja alat.
4. Pengujian akhir yaitu alat dihubungkan dengan total beban sebesar 40 Watt, masing – masing beban senilai 10 Watt. Nilai beban 10 Watt adalah standar yang sudah ditetapkan atau disamakan dengan lampu – lampu *traffic light* yang dipakai sampai saat ini.

## 1. Pengujian Perangkat Keras

Pada pengujian ini dilakukan pengujian untuk blok rangkaian pendukung sistem. Masukannya dimanipulasi dengan jalan menghubungkan masukan ke tegangan positif untuk level HIGH atau logika "1" dan menghubungkan ke ground untuk level LOW atau logika "0".

### a. Pengujian Baterai dan Analisa

Pada pengujian ini baterai diberi beban dengan 4 buah resistor 15  $\Omega$  yang di rangkai secara paralel agar diperoleh aliran arus beban 3.2A dan lamanya .  
tegangan aki turun 1.5V atau tegangan menjadi 10.5V waktunya dicatat



Gambar 4.8. Rangkaian pengujian baterai

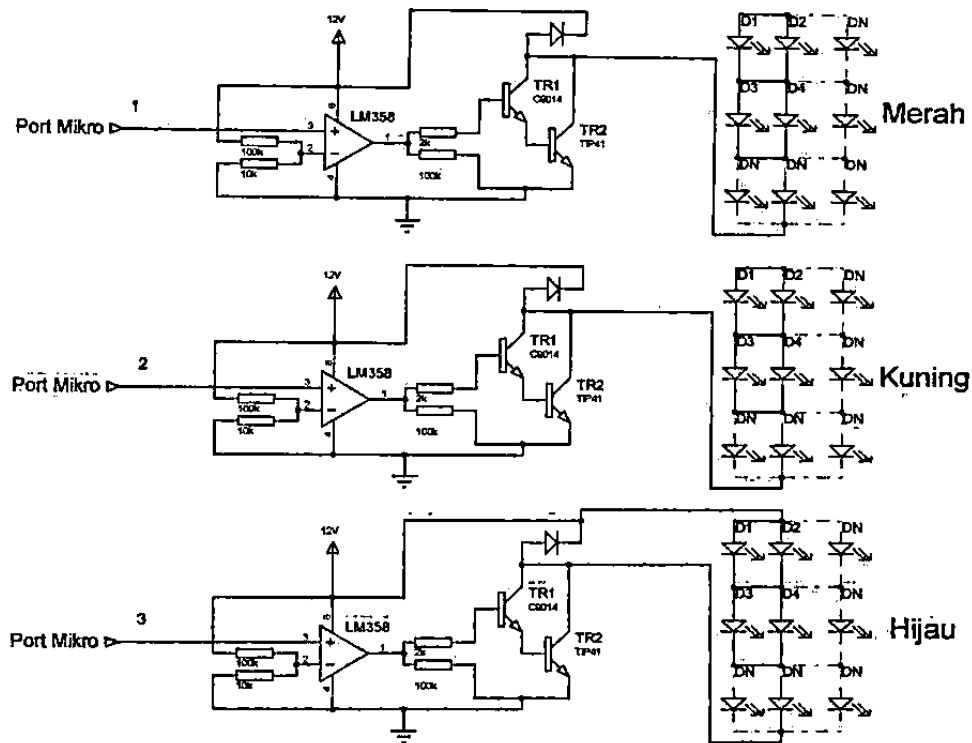
Table 4.1. Hasil Pengujian Baterai

NO	Waktu (menit)	Tegangan Baterai
1.	0	12V
2.	30	11,5V
3.	60	11V
4.	75	10.5V

Dari hasil pengujian terlihat pada tabel 4.1 bahwa baterai dibebani 4 resistor sebesar  $15 \Omega$  yang dirangkai secara paralel dapat bertahan selama 1jam 15 menit sebelum *drop* atau jatuh tegangan menjadi 10,5V atau *drop* 0.25V per cel (drop tegangan yang diijinkan) dimana untuk baterai 12V ada 6 cel, sehingga total drop 1,5V.

b. Pengujain Saklar untuk LED dan Analisa.

Pada pengujian ini rangkaian saklar LED di beri masukan berupa tegangan positif 5V untuk level HIGH dan 0V untuk level LOW. Semua



Gambar 4.9. Rangkaian pengujian saklar LED untuk traffic light Untuk 1 grup lampu LED (grup yang lain caranya sama)

Table 4.2. Hasil Pengujian Rangkaian saklar

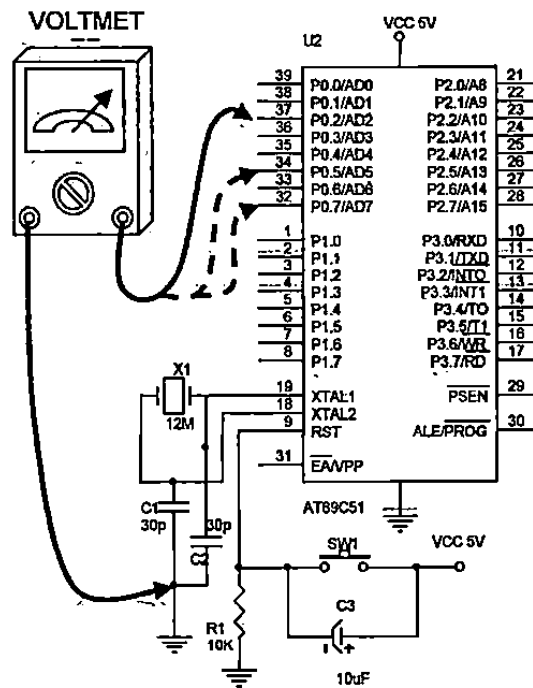
NO	Group 1		Group 2		Group 3		Group 4	
	Input	LED yang Nyala	Input	LED yang Nyala	Input	LED yang Nyala	Input	LED yang Nyala
1.	1=5V	merah	1=5V	merah	1=5V	merah	1=5V	merah
2.	2=5V	kuning	2=5V	kuning	2=5V	kuning	2=5V	kuning
3.	3=5V	hijau	3=5V	hijau	3=5V	hijau	3=5V	hijau

Dari hasil pengujian terlihat pada table bahwa saat masukan diberi tegangan

5V maka lampu LED akan menyala, sehingga rangkaian saklar ini dapat bekerja

## 2. Pengujian Perangkat Lunak

Pada pengujian ini dilakukan pengujian untuk keluaran port mikrokontroler yang dihubungkan ke perangkat keras. Keluaran port dicek untuk level HIGH atau logika "1" dan juga untuk level LOW atau logika "0". Dalam pengujian ini yang diperhatikan hanya tegangan keluaran dari *port-port* mikrokontroler tanpa memperhatikan waktunya.



Gambar 4.10. Pengujian keluaran *port* mikrokontroler

Table 4.3. Hasil Pengujian *Port* Keluaran Mikrokontroler

NO	Group 1		Group 2		Group 3		Group 4	
	<i>port</i>	Tegangan	<i>port</i>	Tegangan	<i>port</i>	Tegangan	<i>port</i>	Tegangan
1.	P0.0	4.95V	P2.0	4.95V	P3.0	4.95V	P1.0	4.95V
2.	P0.1	4.95V	P2.1	4.95V	P3.1	4.95V	P1.1	4.95V
3.	P0.2	4.95V	P2.2	4.95V	P3.2	4.95V	P1.2	4.95V



Dari table terlihat bahwa keluaran *port-port* dari mikrokontroler yang terdiri dari *port 0*, *port 1*, *port 2* dan *port 3*, yang digunakan untuk keluaran yang akan mengendalikan kerja rangkaian saklar dapat mengeluarkan level tegangan yang sesuai kebutuhan.

### 3. Pengujian Alat

Pada pengujian ini rangkaian dilakukan penggabungan kesemua blok rangkaian yang telah dibuat dan juga IC mikrokontroler *download* program yang telah dibuat. Selanjutnya program dijalankan dan diamati nyala lampu LED apakah sudah sesuai dengan listing program yang telah di rancang. Listing programnya adalah sebagai berikut:

```

;-----
; Lampu TRAFIC LIGHT PORTABLE File name : TL.H51
;-----
      Org      0h
      nop
;-----
; sub routine inisialisasi
;-----
      Mov      P0,#0000000B ; semua port P0= 0 volt
      Mov      P1,#0000000B ; semua port P1= 0 volt
      Mov      P2,#0000000B ; semua port P2= 0 volt
      Mov      P3,#0000000B ; semua port P3= 0 volt

      Mov      P0,#0000001B ; group 1 Lampu Merah = Nyala
      Mov      P2,#0000001B ; group 2 Lampu Merah = Nyala
      Mov      P3,#0000001B ; group 3 Lampu Merah = Nyala
      Mov      P1,#0000001B ; group 4 Lampu Merah = Nyala
Mulai:
;-----
; sub routine group1
;-----
      Mov      P0,#00000100B ; group 1 Lampu Hijau Nyala
      call     DelayH         ; panggil sub routine Delay (30detik)
      Mov      P0,#00000010B ; group 1 Lampu Kuning Nyala
      call     DelayK         ; panggil sub routine Delay (2detik)
      Mov      P0,#00000001B ; group 1 Lampu Merah Nyala
      call     DelayK         ; panggil sub routine Delay (2detik)
;-----
; sub routine group2
;-----
      Mov      P2,#00000100B ; group 2 Lampu Hijau Nyala
      call     DelayH         ; panggil sub routine Delay (30detik)
      Mov      P2,#00000010B ; group 2 Lampu Kuning Nyala
      call     DelayK         ; panggil sub routine Delay (2detik)
      Mov      P2,#00000001B ; group 2 Lampu Merah Nyala
      call     DelayK         ; panggil sub routine Delay (2detik)

```



Pada listing program dibuat inisialisasi, rutin dan subrutin. Inisialisasi berupa membuat semua port 0 volt dan kemudian semua group lampu dibuat lampu yang nyala adalah semua merah. Pada rutin utama adalah berisi label mulai dan looping ke label mulai (jmp mulai), dan didalamnya ada subrutin-subrutin untuk menghidupkan lampu-lampu pada masing-masing group. Sub rutin yang lain adalah subrutin delayH dan delayK. DelayH adalah subrutin untuk delay 30 detik digunakan untuk membuat tundaan lampu nyala hijau (nyala selama 30 detik) sedangkan delayK adalah subrutin untuk delay 2.

Lamanya waktu lampu hijau nyala, lampu kuning nyala dan sebelum berganti dari group satu ke group lainnya dibuat seragam. Sehingga dalam pengujian ini nanti juga diperhatikan adalah akurasi waktu.

Table 4.4. Hasil Pengujian waktu

Group 1		Group 2		Group 3		Group 4	
Nyala	Waktu	Nyala	Waktu	Nyala	Waktu	Nyala	Waktu
Hijau	30dt	Hijau	30dt	Hijau	30dt	Hijau	30dt
Kuning	2dt	Kuning	2dt	Kuning	2dt	Kuning	2dt
Merah	104dt	Merah	104dt	Merah	104dt	Merah	104dt

Table 4.5. Hasil Pengujian sistem

Time (sekon)	Group I			Group II			Group III			Group IV		
	M	K	H	M	K	H	M	K	H	M	K	H
	P0.0	P0.1	P0.2	P2.0	P2.1	P2.2	P3.0	P3.1	P3.2	P1.0	P1.1	P1.2
30			v	v			v			v		
2		v		v			v			v		
2	v			v			v			v		
30	v					v	v			v		
2	v				v		v			v		
2	v			v			v			v		
30	v			v					v	v		
2	v			v				v		v		
2	v			v			v			v		
30	v			v			v					v
2	v			v			v				v	
2	v			v			v			v		

Ket :

M = Merah

K = Kuning

H = Hijau

v = Lampu menyala

Dari table terlihat bahwa lamanya nyala lampu hijau, kuning dan merah pada satu group sama dengan group yang lain. Lamanya waktu nyala juga sesuai dengan yang direncanakan. Untuk merubah lamanya waktu nyala hanay dilakukan dengan merubah nilai pada soubrouitin delayH dan delayK.

#### 4. Pengujian Akhir

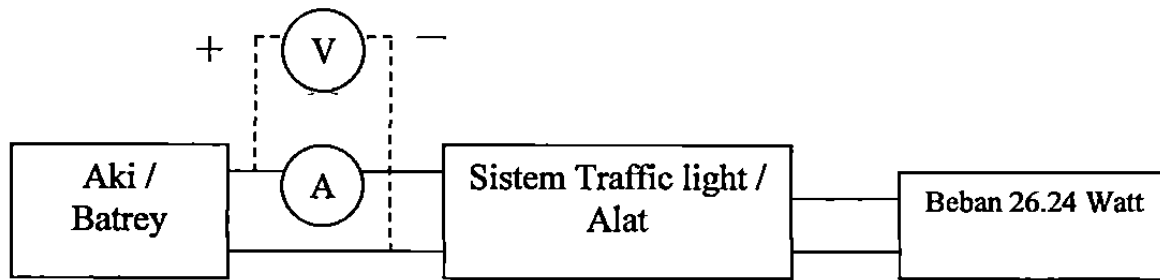
Pada pengujian ini masing – masing keluaran dari alat dihubungkan pada

Table 4.6. Tabel Pengukuran Beban

No	Nama Group	M		K		H	
		R ( Ohm )	V ( Volt )	R ( Ohm )	V ( Volt )	R ( Ohm )	V ( Volt )
1	Group I	16.3	10.33	16.3	10.34	15.9	10.34
2	Group II	16.3	10.33	16.1	10.35	15.9	10.33
3	Group III	15.9	10.34	16.1	10.33	16.1	10.34
4	Group IV	16	10.33	15.7	10.34	16	10.33

$$\begin{aligned}
 P &= V^2 / R \\
 &= 10.34^2 / 16.3 \\
 &= 6.56 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

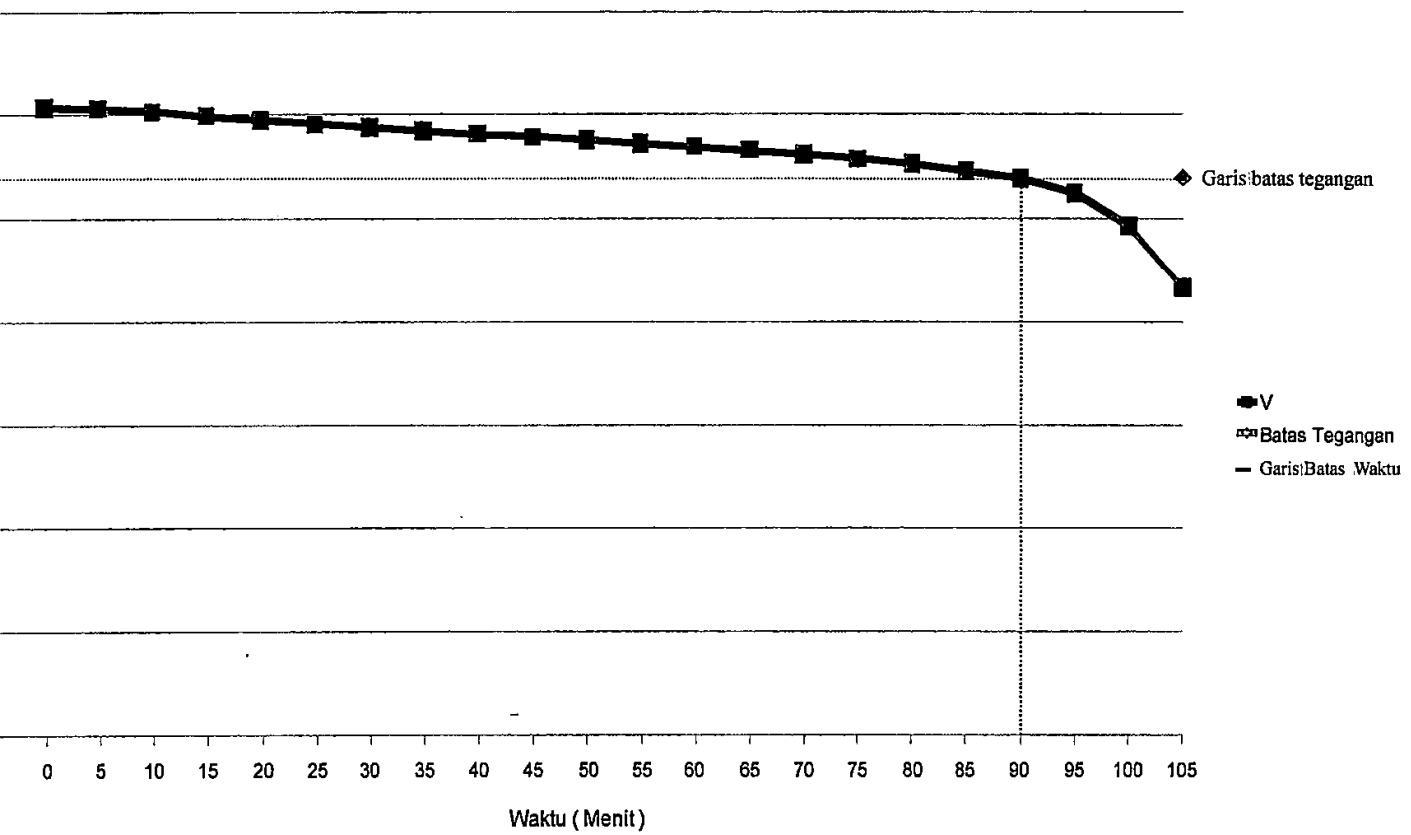
Dari table dan perhitungan diatas beban daya pada masing – masing keluaran adalah 6.56 Watt, pada saat alat ini dinyalakan beban yang digunakan hanya 4 buah beban. Jadi total beban daya yang digunakan pada saat alat dijalankan adalah sebesar 6.56 Watt x 4 = 26.24 Watt. Pada input alat dihubungkan dengan batrey accu sebesar 12 V 5AH. Mula – mula tegangan dan arus yang menghubungkan aki dan batrey di ukur lalu di dapat tegangan awal atau V max sebesar 12.15 Volt dan arusnya sebesar 2.82. Alat dinyalakan sampai didapat tegangan min atau V min sebesar 10,8 Volt. Tegangan 10,8 Volt adalah standar tegangan yang di pakai untuk menyalakan lampu *traffic light* yang sudah di tetapkan oleh dinas perhubungan. Dalam keadaan menyala dihitung lamanya hidup dan mati lampu tersebut. Hasil dapat dilihat pada table dan grafik berikut



Gambar 4.11. Skema pengujian ketahanan aki

Table 4.7. Hasil Pengujian ketahanan Aki

No	t (Menit)	V (Volt)	I (A)	R (Ohm)	P (Watt)	P rata- rata (Watt)
1	0	12.15	2.82	4.308511	34.263	31.27135
2	5	12.13	2.82	4.301418	34.2066	
3	10	12.07	2.81	4.295374	33.9167	
4	15	11.99	2.78	4.31295	33.3322	
5	20	11.91	2.76	4.315217	32.8716	
6	25	11.83	2.75	4.301818	32.5325	
7	30	11.77	2.74	4.29562	32.2498	
8	35	11.69	2.71	4.313653	31.6799	
9	40	11.64	2.70	4.311111	31.428	
10	45	11.58	2.68	4.320896	31.0344	
11	50	11.52	2.66	4.330827	30.6432	
12	55	11.45	2.65	4.320755	30.3425	
13	60	11.39	2.64	4.314394	30.0696	
14	65	11.32	2.64	4.287879	29.8848	
15	70	11.24	2.61	4.306513	29.3364	
16	75	11.16	2.60	4.292308	29.016	
17	80	11.06	2.57	4.303502	28.4242	
18	85	10.93	2.53	4.320158	27.6529	
19	90	10.78	2.50			
20	95	10.51	2.40			
21	100	9.87	2.28			
22	105	8.67	1.99			

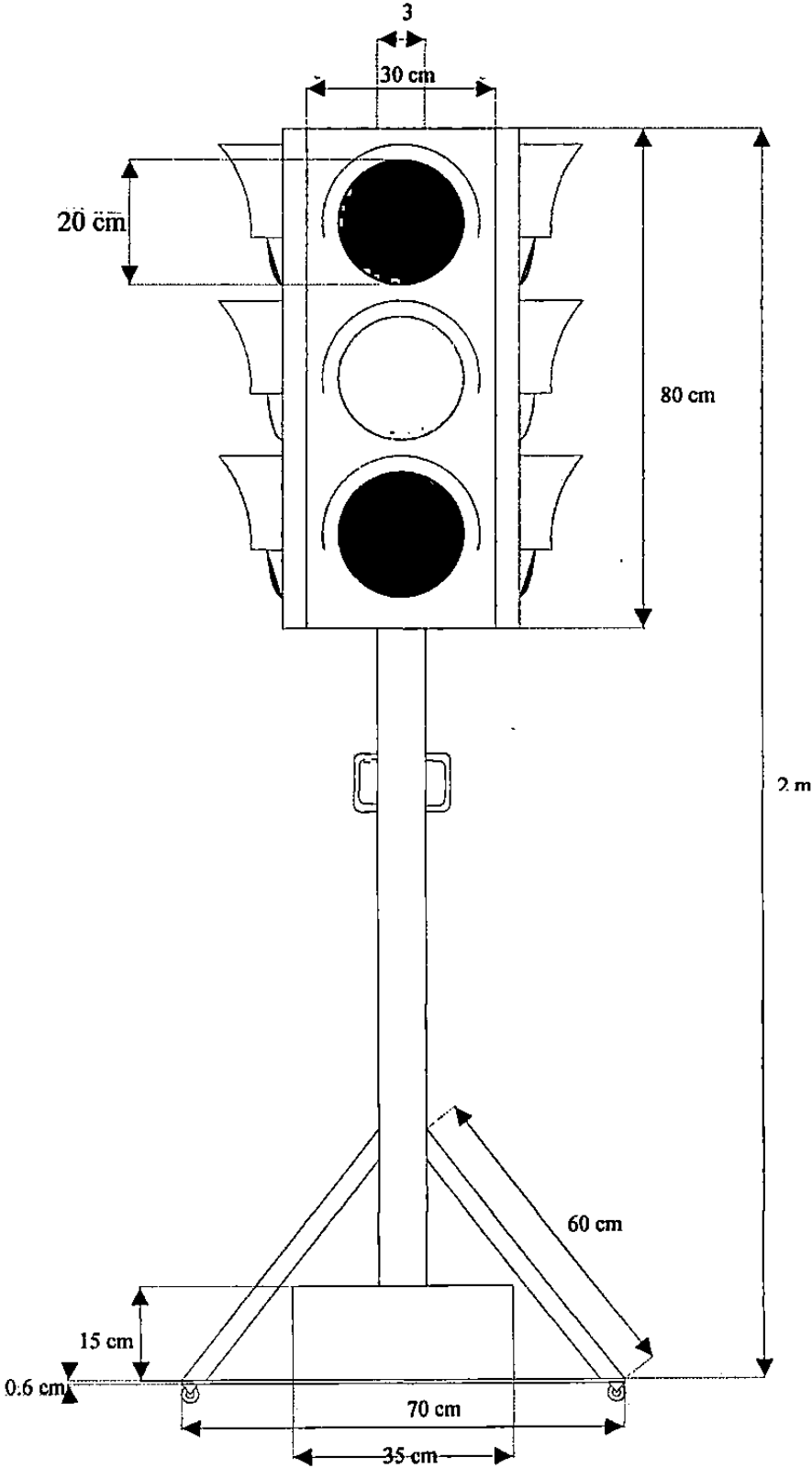


Gambar 4.12. Grafik hasil pengujian ketahanan aki

Dari table 4.7 dan gambar grafik diperoleh secara terukur bahwa tegangan pada batrey yang di hubungkan dengan beban berdaya rata – rata sebesar 31.27135 Watt semakin lama semakin menurun, tegangan minimal yaitu sebesar 10,78 Volt di dapat pada menit 90, jadi batrey atau aki sebesar 12V 5AH jika dihubungkan pada beban berdaya rata-rata sebesar 31.27135 Watt hanya dapat digunakan selama 90 menit untuk



Berikut adalah gambar perancangan *traffic light portable*.



Gambar 1.10. Perancangan Traffic Light Portable

Alat ini dirancang dengan mengacu pada teori ergonomi yang menjelaskan bahwa seorang pria dewasa tidak diperbolehkan mengangkat beban melebihi standar berat yang sudah ditetapkan oleh ILO yaitu sebesar 40 kg. susunan rancangan traffic light ini terdiri dari 4 buah box lampu, 1 buah tiang lurus, alas untuk tiang, 4 buah tiang penyangga, 4 buah roda, accu dan sistem traffic light ini. Masing – masing spesifikasi dan perhitungan berat adalah sebagai berikut :

### **1. Tiang lurus**

Tiang yang digunakan terbuat dari bahan besi yang berbentuk tabung berikut adalah

Dari spesifikasi tersebut dapat diketahui berat dari tiang tersebut melalui perhitungan sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Volume tiang beton (V) = Volume tiang beton luas (VL) = Volume tiang beton dalam (Vd)

## 2. Alas

Alas yang digunakan berbahan besi dan berbentuk kotak dengan ketebalan sebesar

0.3 cm, berikut adalah spesifikasi dari alas yang digunakan :

$$s = 70 \text{ cm}$$

$$\text{tebal alas / tinggi alas ( t )} = 0.3 \text{ cm}$$

$$\text{massa jenis besi } \rho = 8 \text{ gr/cm}^3$$

keterangan :

$$s = \text{sisi alas}$$

$$t = \text{tinggi alas}$$

berikut adalah perhitungan berat dari alas :

$$\begin{aligned} \text{Volume alas} &= s * s * t \\ &= 70 \text{ cm} * 70 \text{ cm} * 0.3 \text{ cm} \\ &= 1470 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = V * \rho$$

$$m = 1470 \text{ cm}^3 * 8 \text{ gr/cm}^3$$

$$m = 11760 \text{ gr}$$

$$m = 11.79 \text{ kg}$$

jadi berat / massa alas sebesar **11.79 kg**

## 3. Tiang penyangga

$$\begin{aligned} \text{Massa / berat tiang penyangga ( m )} &= 720 \text{ cm}^3 * 2 \\ m &= 1440 \text{ gr} \\ m &= 1.44 \text{ kg} \end{aligned}$$

tiang penyangga yang digunakan berjumlah 4 buah, jadi berat total tiang penyangga adalah sebesar  $1.44 \text{ kg} * 4 = 5.76 \text{ kg}$ .

#### 4. Roda

Roda yang digunakan adalah roda yang mampu menahan berat sebesar 40 – 60 kg, berat 4 roda ini sekitar 3 kg.

#### 5. Box lampu

Box lampu terbuat dari bahan akrilik dengan berat 4 buah box lampu sekitar 5 kg

#### 6. Accu dan Sistem

Berat accu dan sistem sebesar 2 kg

Table 4.8. Tabel berat keseluruhan

No	Jenis Barang	Jumlah Barang	Berat ( kg )
1	Box Lampu	4	5
2	Tiang Lurus	1	11
3	Alas	1	11.79
4	Tiang Penyangga	4	5.76
5	Roda	4	3
6	Sistem dan Aki	1	2
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>38.55</b>

Total berat perancangan ini adalah sebesar 38.55 kg. maka sesuai dengan teori ergonomi yang menganjurkan bahwa beban yang harus diangkat seorang pria dewasa tidak melebihi aturan yang sudah ditetapkan oleh ILO ( *International Labour Organisation* ) yaitu kurang dari 40 kg. alat ini dapat ini dapat diangkat oleh satu orang