

Perancangan Sistem Indikator Digital pada Kendaraan Listrik

Agus Risdiyanto
P2 Telimek, LIPI
riesdian@yahoo.com

Teguh Tri Lusijarto
P2 Telimek, LIPI
teguh_06@yahoo.com

Bambang Susanto
P2 Telimek, LIPI
b3nks@yahoo.com

Abstrak

Perancangan sistem indikator digital dilakukan untuk mendukung litbang kendaraan listrik sebagai transportasi masa depan yang ramah lingkungan dan hemat energi. Sistem ini dirancang dengan berbasis mikro prosesor untuk memonitor setiap perubahan karakteristik komponen-komponen utama yang ada pada kendaraan listrik. Alat ini terpasang pada bagian panel depan mobil (dash board). Alat ini mempunyai dimensi yang lebih kecil dan memiliki unjuk kerja yang tinggi. Sistem indikator digital ini menghasilkan sistem yang handal, akurat dan mempunyai tingkat keamanan yang lebih baik.

Kata kunci: sistem indikator digital, kendaraan listrik, mikroprocessor

1. Pendahuluan

Sistim monitoring pada suatu proses sekarang ini banyak digunakan di bidang apa saja mengingat pentingnya sistim ini dalam memberikan informasi-informasi yang menyangkut unjuk kerja. Dalam sistim monitoring untuk mobil listrik sebagai sarana transportasi yang ramah lingkungan ini juga diperlukan untuk memberikan informasi-informasi mengenai perubahan-perubahan karakteristik melalui display yang terpasang pada dash board mobil listrik.

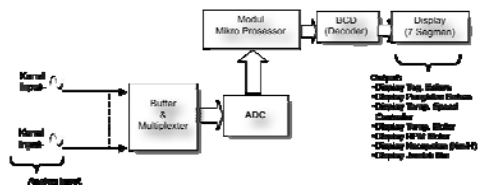
Perubahan-perubahan karakteristik tersebut yang dirasakan penting untuk dipantau karena akan dapat memberikan kemudahan bagi pengguna dalam menjalankan mobil listrik. Adapun kondisi-kondisi yang mesti dipantau dan akan menjadi inputan-inputan dalam mobil listrik antara lain: kecepatan/rpm, tegangan motor sebagai penggerak utama, arus motor, waktu pemakaian energi listrik, pengisian energi listrik pada baterai (battere charger), kondisi temperatur dan kondisi lainnya seperti instalasi lampu jalan..

2. Perancangan Sistem

Perancangan merupakan proses yang kita lakukan terhadap alat, mulai dari rancangan kerja rangkaian hingga hasil jadi yang akan difungsikan. Perancangan dan pembuatan alat merupakan bagian yang terpenting dari seluruh kegiatan penelitian ini. Pada prinsipnya perancangan dan sistematik yang baik akan memberikan kemudahan-kemudahan dalam proses pembuatan alat.

2.1 Blok Diagram

Dalam sistem display indikator menggunakan mikroprosesor ini dibagi dalam beberapa unit sistem diantaranya adalah seperti pada blok diagram gambar 1 berikut:



Gambar 1 Blok Diagram Sistem Indikator Digital pada Kendaraan Listrik

Pada gambar diatas dapat dijelaskan bahwa kanal input ke-1 dan kanal input ke-n merupakan masukan untuk penguat sinyal

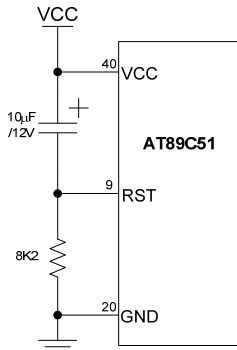
analog (Buffer) dan Multiplexer analog yang berupa sinyal listrik hasil pengamatan dari jenis sensor yang dipergunakan, dan pada akhirnya nanti akan dihasilkan output display yang menyalakan led dan 7-segmen dari hasil pembacaan inputan melalui mikrokontroler AT89C51.

2.2 Modul Mikroprosesor

Untuk membuat suatu sistem berbasis mikrokontroler AT89C51 diperlukan dua rangkaian dasar yaitu *rangkaian POR(Power On Reset)* dan rangkaian *On-chip Oscillator*.

Power On Reset

Power on reset merupakan proses reset yang berlangsung secara otomatis pada saat sistem pertama kali diberi daya. Proses ini mempengaruhi semua register dan internal memory. Untuk mendapatkan proses ini, maka pin RST harus diberi tambahan seperti pada gambar 2 berikut :



Gambar 2 Rangkaian POR [1]

Dengan asumsi bahwa frekuensi crystal yang digunakan adalah sebesar 12 MHz, maka pin RST harus bernilai high selama 2 mikro detik, dengan rumus [2] :

$$V_{CAP} = V_{CC} \times (1 - e^{-t/\tau})$$

$$V_{RST} = V_{CC} \times e^{-t/\tau}$$

$$V_{RST} = 0,7 \times V_{CC}$$

$$\tau = RC$$

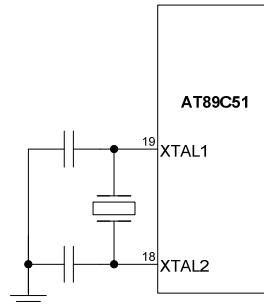
$$t = 2 \mu s$$

sehingga didapat nilai $RC = 5,61 \mu s$. Meskipun nilai ini secara teori mencukupi, namun pada kenyataannya nilai RC yang umum dipakai adalah 8 ms. Jika nilai C ditentukan dengan mengambil nilai C yang

umum yaitu $10 \mu F$, maka akan didapat nilai R sebesar $8K2 \text{ Ohm}$.

On-Chip-Oscillator

Rangkaian ini berfungsi untuk membangkitkan sinyal detak (clock) kepada mikrokontroler AT89C51, dimana ada 3 komponen yang perlu ditambahkan di luar chip AT89C51 yaitu 2 buah kapasitor 30pF dan 1 buah kristal seperti pada gambar 3 berikut:



Gambar 3 On-Chip Oscillator

Frekuensi kristal dapat antara 1MHz hingga 20 MHz, dimana frekuensi ini akan mempengaruhi siklus mesin (machine cycle) dan menentukan baud-rate pada saat berkomunikasi melalui serial port.

2.3 Modul Input

Modul input berisikan komponen-komponen berupa sensor yang akan membaca variabel-variabel input dan berfungsi untuk mensimulasikan pemasukan data ke dalam mikrokontroler AT89C51, seperti pada gambar 4.

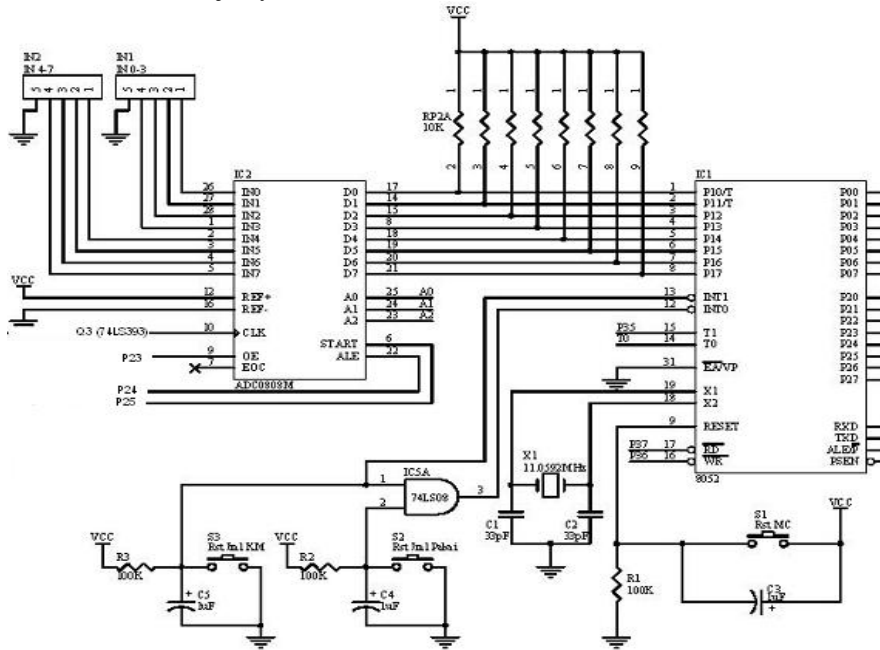
Adapun variabel input yang dibaca antara lain:

- Tegangan batere
- Arus batere
- Temperatur speed kontroller
- Temperatur motor
- Frekuensi motor

Dari gambar 4, semua inputan kecuali frekuensi motor diindikasikan oleh suatu perubahan tegangan antara 0 - 5 Vdc dan dengan tegangan referensi 5 Vdc. Sinyal analog ini kemudian dikonversi ke bentuk digital oleh perangkat ADC0808 (Analog to Digital Converter) yang didalamnya memuat 8-bit pengubah analog ke digital, 8-kanal

analog multiplexer. Proses multiplexing dan konversi sinyal analog ke digital dikendalikan oleh perangkat mikrokontroler AT89C51. Selanjutnya, mikrokontroler

membangun sebuah frame data keluaran yang memiliki bit-rate sebesar 300 bit/second.



Gambar 4 Modul Input

Step kuantisasi yang digunakan sebanyak 256 dengan tegangan referensi 5 Vdc, yang berarti besar level kuantisasi adalah $5/256$ atau 0,02 mVdc. Nilai kode yang dihasilkan oleh ADC0808 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$N = \frac{V_{in} - V_{ref}(-)}{V_{ref}(+) - V_{ref}(-)} \times 256 \pm V_{tu} \quad (1)$$

dimana :

N = nilai kode keluaran ADC

V_{in} = level indikasi sinyal analog (0-5 Vdc)

$V_{ref}(+)$ = tegangan referensi positif (5 Vdc)

$V_{ref}(-)$ = tegangan referensi minimal (ground)

V_{tu} = total error tegangan ($V_{ref}(+)/512$)

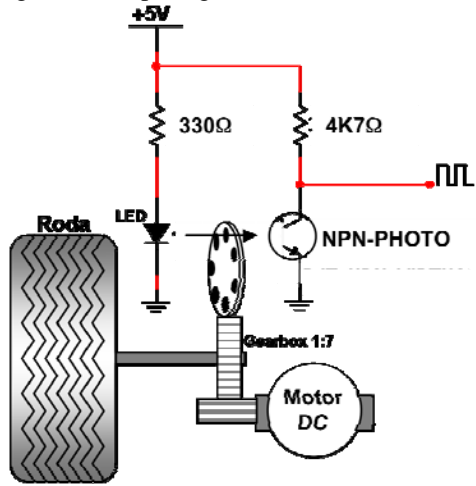
Adapun inputan untuk frekuensi motor tidak perlu lagi melalui ADC karena sudah merupakan inputan berbentuk pulsa (logic) yang dikeluarkan dari sensor kecepatan. Inputan tersebut dapat langsung dibaca dan diolah oleh AT89C51 dengan fasilitas Timer/Counter. Fasilitas Timer (pewaktu) dan Counter (pencacah) merupakan fasilitas

yang telah disediakan secara internal di dalam AT89C51. Kedua fasilitas ini begitu diaktifkan akan bekerja secara independen, tidak tergantung pada pelaksanaan suatu instruksi. Hal ini karena penghitungan siklus mesin tidak dipengaruhi oleh urutan program yang sedang dilakukan oleh prosesor. Apabila digunakan kristal 12 MHz, maka dilakukan perhitungan waktu (pengurangan isi register TH dan TL) sekali setiap 1 mikrodetik secara independen. Bila isi register TH dan TL telah berisi 0 (overflow), maka timer/counter segera memberi interupsi kepada mikrokontroler untuk memberitahukan bahwa perhitungan periode waktu telah selesai dilakukan.

2.4 Sensor Kecepatan Motor

Untuk mengetahui kecepatan motor DC, digunakan sebuah detector kecepatan motor DC yaitu sebuah optointerruptor dengan piringan kipas sebagai interruptornya. Piringan kipas tersebut berbentuk lingkaran yang terkopel pada gearbox seperti pada

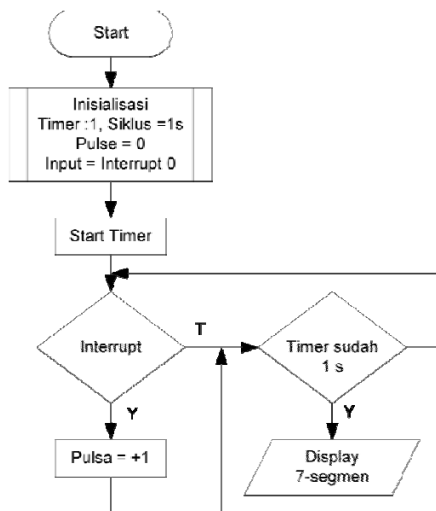
gambar 5 yang digunakan sebagai penghalang pada optointerruptor. Dalam kipas terdapat 7 lubang untuk mengaktifkan fototransistor, sehingga dalam satu putaran motor akan menghasilkan 7 pulsa yang masuk pada port (P3.5) sebagai input counter pada mikroprosesor. Adapun bentuk dan susunan sensor kecepatan motor digambarkan pada gambar 5 berikut ini :



Gambar 5 Bentuk dan susunan sensor kecepatan motor

2.5 Perangkat Lunak

Perangkat lunak diimplementasikan dengan metode Timed Event untuk menghemat penggunaan Timer. Pada metode ini Timer memberi interupsi ke CPU mikrokontroler setiap durasi waktu tertentu. Jadi program utama hanya berisi subrutin inisialisasi, sedangkan subrutin program inti berada di dalam subrutin layanan interupsi Timer. Program inti melakukan tugas pembacaan sensor, pemrosesan data sensor, dan menampilkan data hasil pembacaan ke display. Diagram alir pembacaan kecepatan ditunjukkan pada gambar 6 berikut:

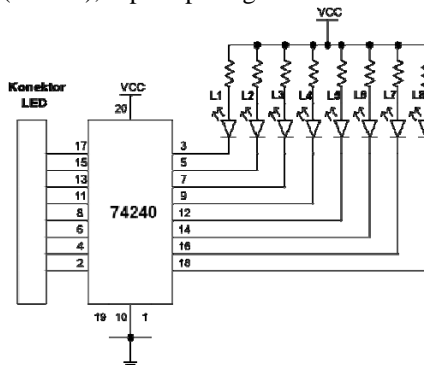


Gambar 6 Diagram alir pembacaan kecepatan motor

2.6 Modul Output

Modul output berisikan 2 macam rangkaian display yang berfungsi untuk mensimulasikan pengeluaran data dari mikrokontroler AT89C51. Kedua macam display tersebut berupa deretan 8 buah LED (Light Emitting Diode) untuk menampilkan tegangan baterai, arus baterai, temperature speed controller, temperatur motor, 2 buah 7-segmen untuk display kecepatan, 5 buah 7-segmen untuk display jarak tempuh, dan 6 buah 7-segmen untuk display waktu pemakaian.

Untuk rangkaian display beberapa LED, masing-masing digerakan oleh suatu penyangga (driver) inverting tiga keadaan (tri-state), seperti pada gambar 7 berikut:



Gambar 7 Rangkaian display 8 buah LED [4]

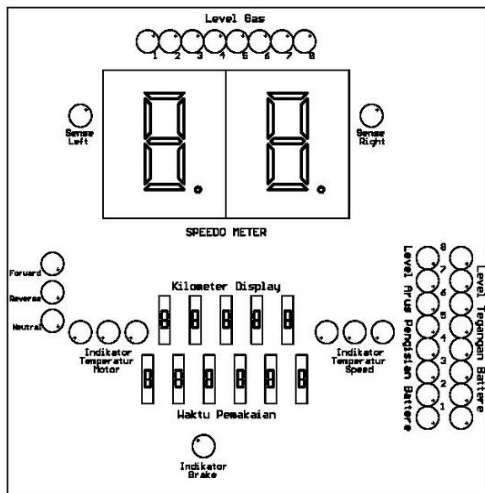
Susunan 8 buah LED tersebut mewakili 1 byte data yang dikirim oleh mikrokontroler AT89C51. Dimana terdapat suatu instruksi pada AT89C51 yang dapat mengamati data dalam ukuran 'bit'. Dengan demikian dapat dilakukan suatu simulasi pengeluaran data baik dalam ukuran byte data maupun 1 bit data.

Untuk mempermudah menampilkan angka pada led 7-segmen dan sekaligus menghemat penggunaan port, maka perlu ditambahkan chip TTL 7447 yang berfungsi sebagai dekoder BCD (Binary Code Decimal) To 7-Segmen. Chip ini memiliki 4 jalan masukan BCD (A, B, C, D), 3 buah pin kendali (LT, BI, RBI) dan 7 buah pin yang terhubung langsung pada setiap katoda led 7-segmen. Rangkaian display 7-segmen dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini :



Gambar 8 Rangkaian Dekoder BCD to 7-Segmen [4]

Gambar 9 menunjukkan tampilan PCB untuk display panel sistem indikator secara keseluruhan.



Gambar 9 Tampilan PCB untuk display panel sistem indikator

3. Pengujian

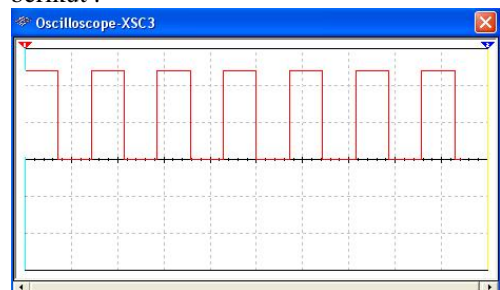
3.1 Pengujian Menyalakan Display Indikator LED

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nyala dari 8 buah led yang mengindikasikan dari masing-masing variabel input. Secara simulasi pengujian dilakukan dengan mengatur variabel resistor 5KΩ untuk mengetahui nyala level led, yang pada akhirnya variabel resistor ini digantikan oleh sensor.

3.2 Pengujian Sensor Kecepatan Motor

Pada sensor kecepatan motor, saat bidang cahaya fototransistor terkena cahaya dari dioda infra red tegangan antara fototransistor dengan R akan menjadi kecil sehingga pada keluaran optointerruptor akan keluar sebuah pulsa high. Semakin cepat kecepatan motor maka frekuensi pulsa akan semakin besar. Namun sensor ini memiliki kelemahan yaitu sangat peka terhadap kotoran atau debu yang dapat mempengaruhi pembacaan pulsa. Oleh karena itu keseluruhan bagian sensor harus diletakkan pada kemasan tertutup.

Berdasarkan hasil pengukuran, keluaran rangkaian ini dapat dilihat pada gambar 10 berikut :



Gambar 10 Keluaran rangkaian pengontrol kecepatan

Berdasarkan gambar diatas maka pengujian dengan menggunakan motor DC dengan kecepatan nominal $V_N = 3000$ rpm dengan perbandingan gearbox 1 : 7 (gambar

5). Nilai kecepatan yang akan ditampilkan dalam display dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}V &= 3000 \text{ rpm} / 7 \\ &= 429 \times 7 \text{ pulsa} \\ &= 3000 \text{ ppm (pulsa per menit)} \\ &= 3000 / 60 \\ &= 50 \text{ pulsa / detik}\end{aligned}$$

Karena tampilan pada display dalam konversi (km/jam), maka :

$$\begin{aligned}V &= 50 \text{ pulsa/detik} \times 3600 \text{ (jam)} \\ &= 180000 \text{ pulsa} / 7 \\ &= 25700 \text{ pulsa} / \text{jam} \\ &= 25700 \times \text{panjang keliling roda}\end{aligned}$$

$(2\pi r)$ km/jam

Dimana :

$$r = 20 \text{ cm} = 0,0002 \text{ km (jari-jari roda)}$$

$$\pi = \text{konstanta sudut (3,14)}$$

Maka :

$$\begin{aligned}V &= 25700 \times 2 \times 3,14 \times 0,0002 \\ &= 32 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

4. Kesimpulan dan Saran

- Dalam hal menjalankan indikator display led, secara simulasi program berjalan dengan baik walau masih terdapat noise. Hal ini dikarenakan dalam simulasi ada beberapa inputan yang menggunakan sumber tegangan yang sama.
- Display kecepatan didesain hanya sampai pada 2 digit saja, karena litbang kendaraan listrik di Indonesia sementara ini kecepatannya masih dibawah 100 km/jam.
- Untuk sensor kecepatan diperlukan tata letak dan penempatan yang baik, karena sensor ini sangat peka terhadap kotoran dan debu yang dapat mempengaruhi pembacaan pulsa.

5. Daftar pustaka

- [1] CV. Commtech, *Design Sistem Elektronika Berbasis Mikrokontroler AT89C51*, (Basic Training), Sessi-1, Hal. 8, 2003.
- [2] Danny Christanto dan Kris Pusporini; *Panduan Dasar Mikrokontroler*

Keluarga MCS-51, Innovative Electronics, Surabaya, 2004.

- [3] www.national.com, *ADC0808/0809*, National Semiconductor Corporation, America, Hal. 12.
- [4] CV. Commtech, *Design Sistem Elektronika Berbasis Mikrokontroler AT89C51*, (Basic Training), Sessi-5, Hal. 6-7, 2003.