

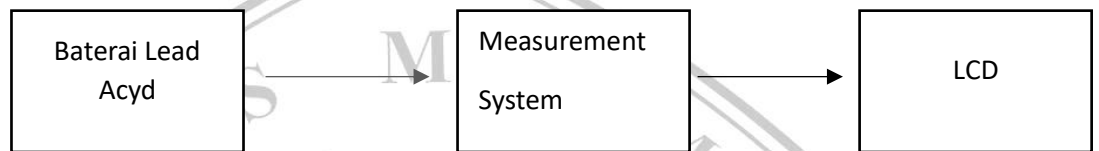
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Penjabaran Sistem Level

3.1.1 DFD Level 0

Pembahasan pada DFD lvl 0 ini menjabarkan mengenai sistem awal dari alat SOC ini, yang akan dikontrol menggunakan arduino. Baterai yang digunakan untuk pengukuran yaitu Baterai *Lead Acyd*, dan terdapat sistem pengukuran sebelum ke *Kalman filter*.



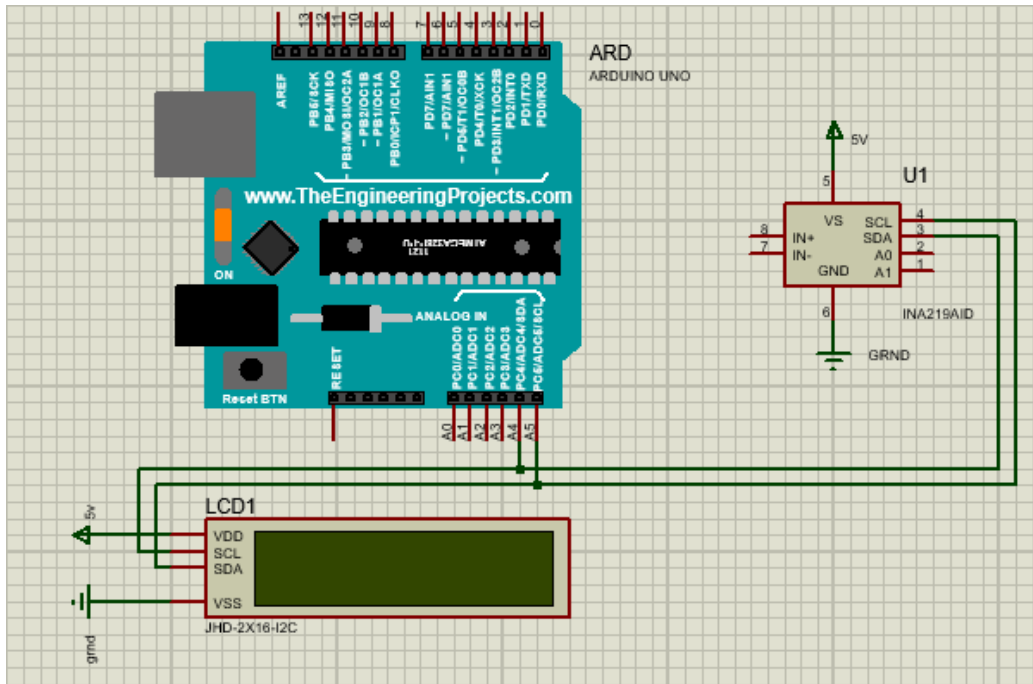
Gambar 3. 1 DFD Leveling 0 Sistem Keseluruhan

3.1.2 DFD Level1

Pembahasan DFD Level 1 ini dimana dijabarkan mengenai sistem yang terdapat pada blok measurement System, yaitu terdapat sensor tegangan dan arus yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan pada baterai untuk diolah ke mikrokontroler sebelum output penampil LCD.



Gambar 3. 2 DFD Level 1 Measurment Sistem



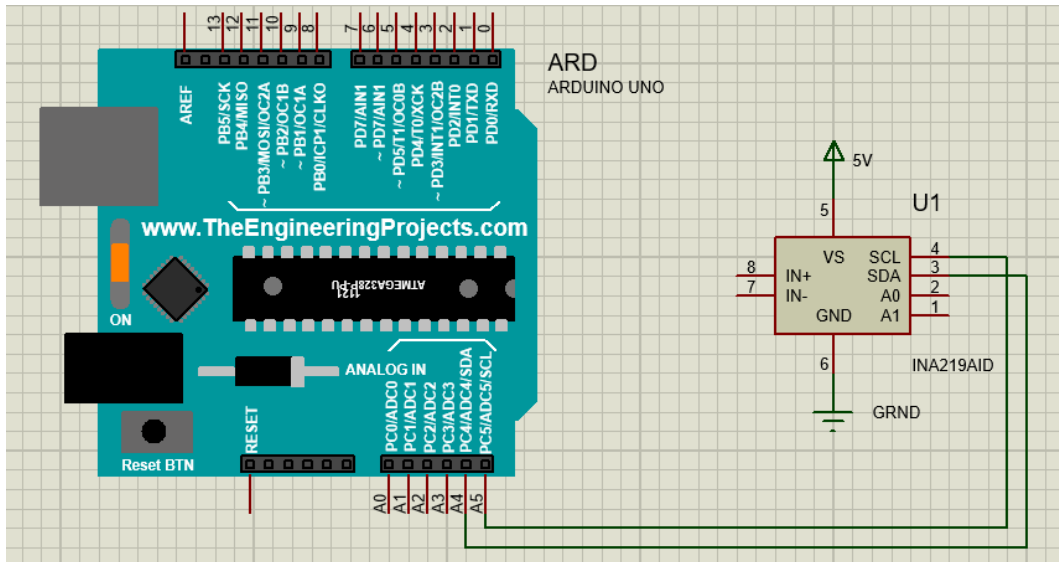
Gambar 3. 3 Skematik DFD Level 1

3.1.3 DFD Level 2

Pada DFD Level 2 ini, ditambahkan beberapa komponen hardware, baterai *lead acyd* digunakan sebagai input, Sensor tegangan dan arus yang digunakan sebagai pengukur arus dan tegangan. Hasil dari pembacaan sensor digunakan untuk melakukann estimasi SOC sementara dan pemodelan baterai, dan LCD sebagai penampil *output*.



Gambar 3. 4 DFD Level 2 Sensor Arus dan Tegangan



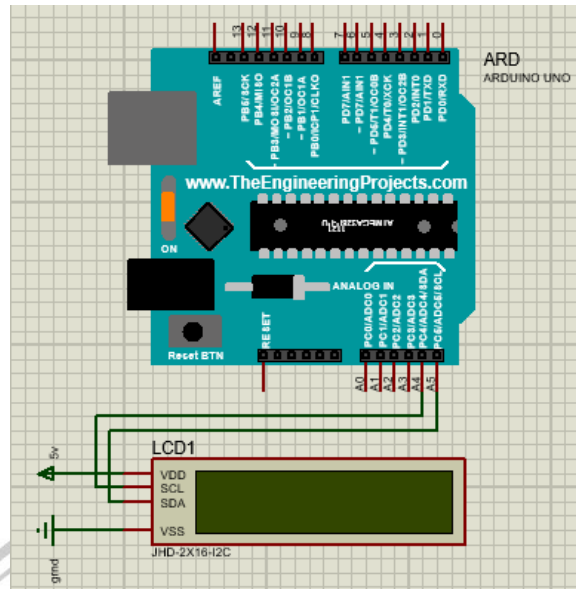
Gambar 3. 5 Skematik DFD Level 2

3.1.4 DFD Level 3

Pada DFD Level 3 ini merupakan alur yang terdapat pada metode state space ini, yang dimana setelah perhitungan nilai arus dan tegangan maka arus dan tegangan digunakan untuk melakukan pemodelan baterai sehingga hasil dari SOC sementara itu akan estimasi menggunakan *kalman filter*.



Gambar 3. 6 DFD Sistem Level 3



Gambar 3. 7 Skematik DFD Level 3

3.2 Pendahuluan Metode

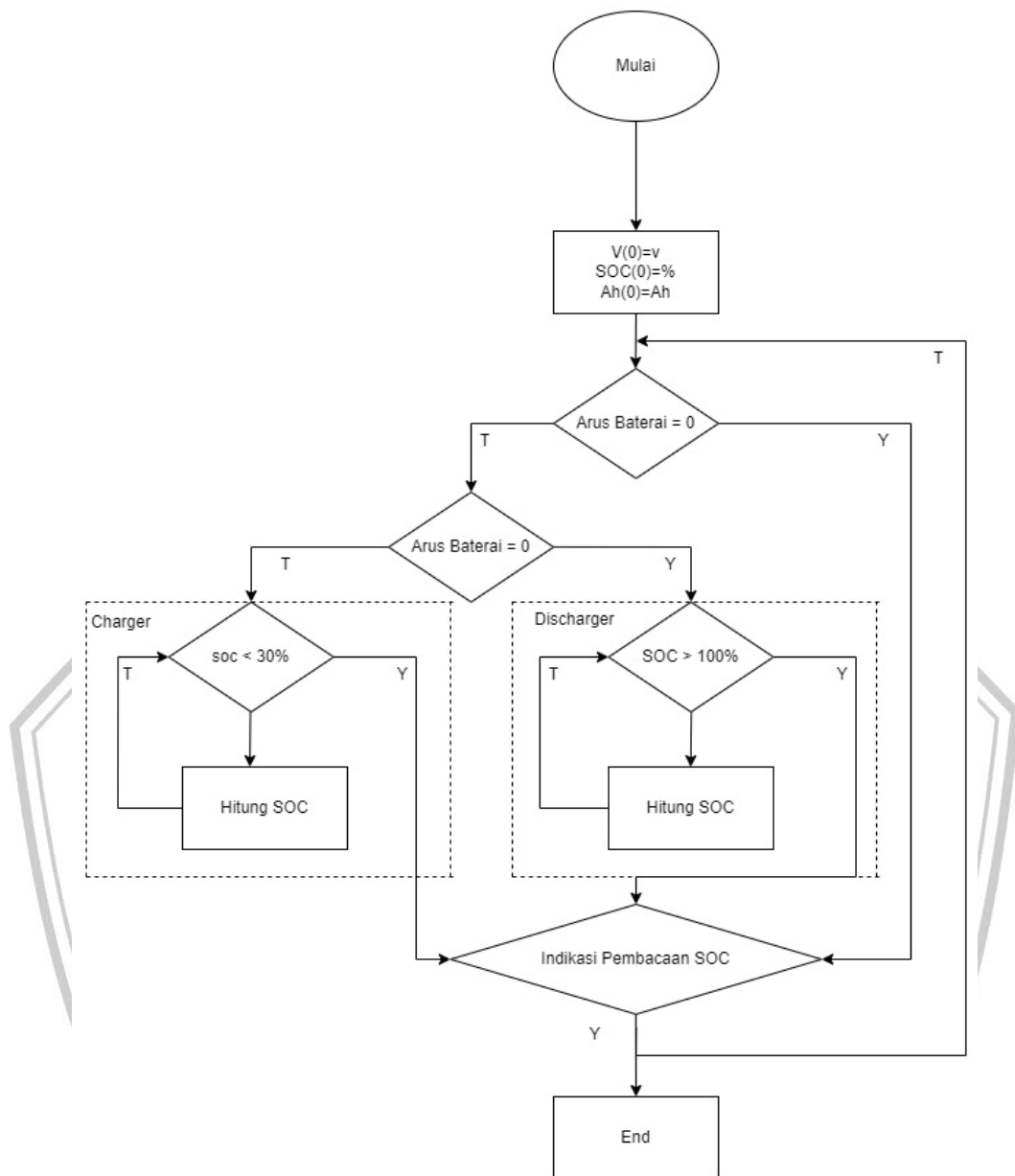
Pada pendahuluan, berisi mengenai penjelasan metode sistem yang paling utama. Penjelasan-penjelasan tersebut diantaranya adalah deskripsi metode utama dan cara penentuan metode yang diusulkan. Di dalam bab ini, diambil dari penelitian-penelitian terdahulu yang sudah terbit pada jurnal, prosiding, buku, atau sumber yang terbukti secara sains lainnya.

3.2.1 Coloumb Counting

Metode penghitungan Coulomb mengukur arus pemakaian baterai dan mengintegrasikan arus pemakaian dari waktu ke waktu untuk memperkirakan SOC. Metode penghitungan Coulomb dilakukan untuk memperkirakan nilai $SOC(t)$ yang diestimasi dari arus pengosongan, $I(t)$, dan estimasi nilai SOC sebelumnya, $SOC(t-1)$. SOC dihitung dengan persamaan berikut :

$$SOC(t) = SOC(t-1) + \frac{I(t)}{Q_n} \Delta t$$

Namun ada beberapa faktor yang mempengaruhi keakuratan metode penghitungan Coulomb antara lain suhu, riwayat baterai, arus pengosongan, dan umur siklus. (Wen, 2013)



Gambar 3. 8 Flowchart Coulomb Counting

3.2.2 Coloumb Counting Modified

Metode Penghitungan *Coulomb* yang Dimodifikasi. Untuk menyempurnakan metode penghitungan *Coulomb*, teknik baru yang disebut metode penghitungan *Coulomb* yang dimodifikasi diusulkan. Metode penghitungan *Coulomb* yang dimodifikasi menggunakan arus yang dikoreksi untuk meningkatkan akurasi estimasi.

Arus yang dikoreksi adalah fungsi pemakaian arus. Ada hubungan kuadrat antara arus terkoreksi dan arus pemakaian baterai. Dengan praktek data eksperimen, arus terkoreksi dihitung dengan bentuk sebagai berikut:

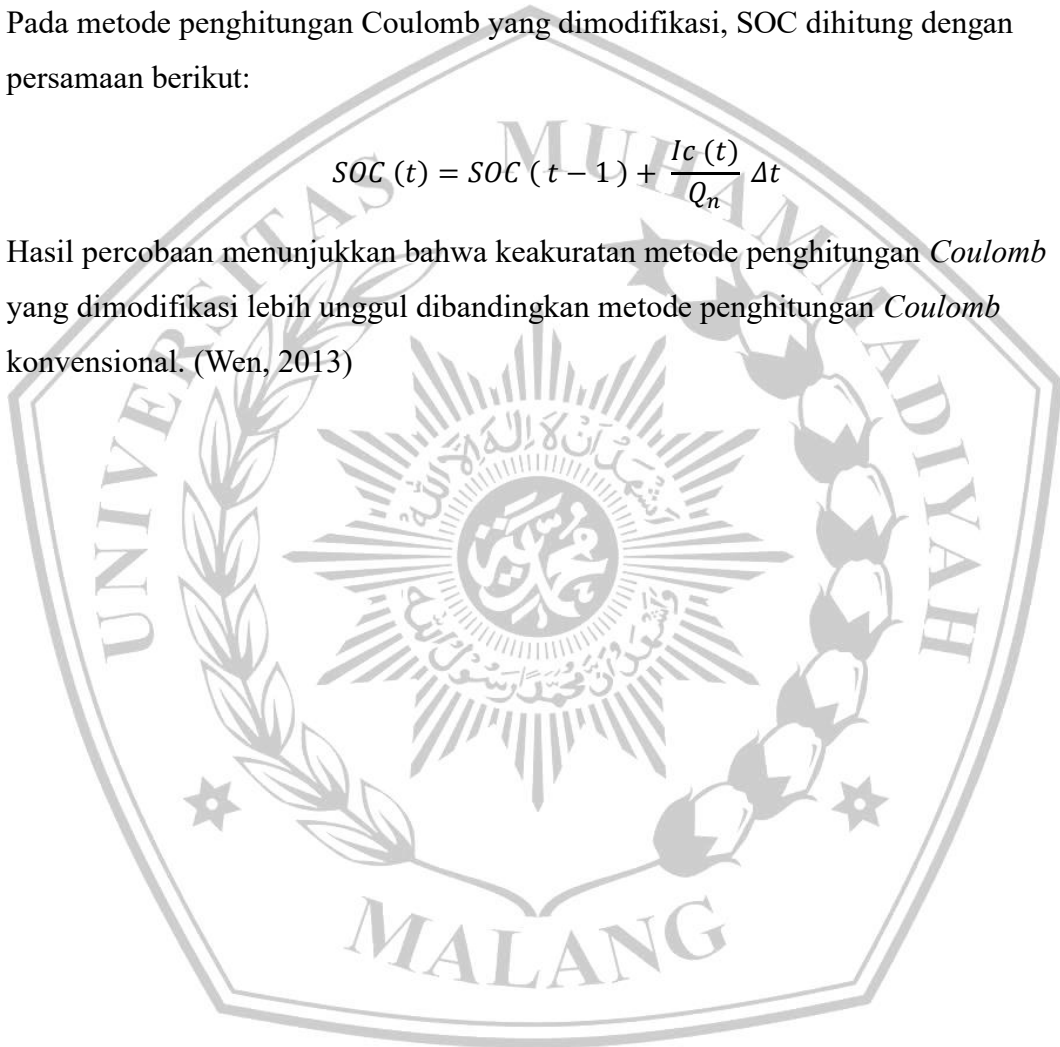
$$I_c(t) = K_2 I(t)^2 + K_1 I(t) + K$$

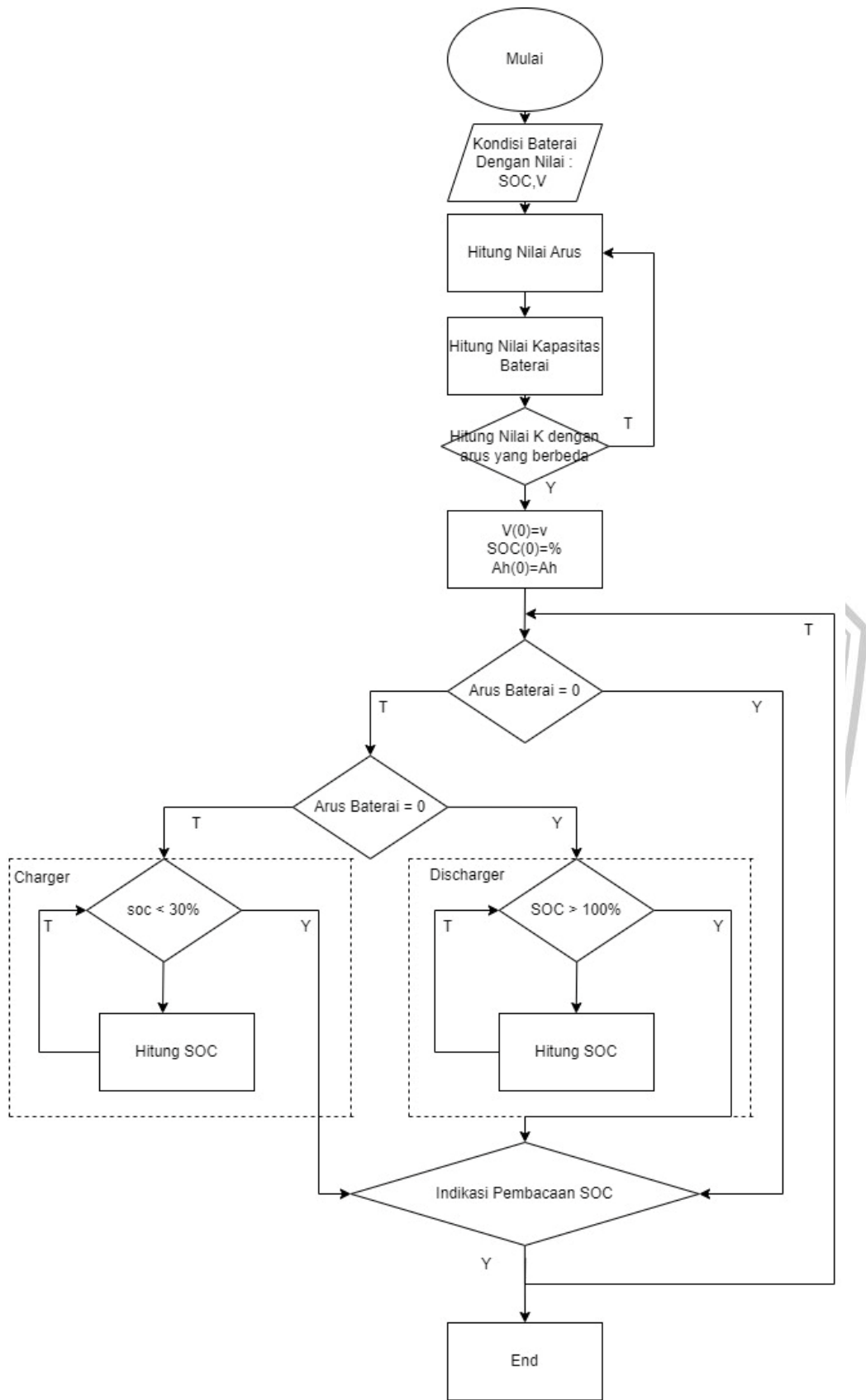
dimana k_2 , k_1 dan k_0 merupakan nilai konstanta yang diperoleh dari data percobaan praktek.

Pada metode penghitungan Coulomb yang dimodifikasi, SOC dihitung dengan persamaan berikut:

$$SOC(t) = SOC(t-1) + \frac{I_c(t)}{Q_n} \Delta t$$

Hasil percobaan menunjukkan bahwa keakuratan metode penghitungan *Coulomb* yang dimodifikasi lebih unggul dibandingkan metode penghitungan *Coulomb* konvensional. (Wen, 2013)





Gambar 3. 9 Flowchart Modified Coulomb Counting

3.2.3 Kalman Filter

Kalman filter menggabungkan algoritma model dan pengukuran. Data pengukuran tersebut merupakan bagian penting dari Kalman filter karena data terakhir akan mengoreksi hasil prediksi pengukuran selanjutnya, sehingga hasil estimasi selalu mendekati kondisi dari data terakhir. *Kalman Filter* adalah salah satu model penyaringan *autoregressive*, karena estimasi optimal kondisi saat ini dapat diperoleh dengan estimasi optimal dari sistem sebelumnya dan pengamatan sistem saat ini.

Untuk menentukan *Kalman Filter* diperlukan beberapa langkah proses dari beberapa parameter mulai dari Arus, Noise, Matriks A, B, C, State X dan Xe, juga Posisi P

Dimulai dari menentukan State X sebagai berikut:

$$X_{k+1} = AX_k + Bu_k + W_k$$

Dimana:

X_k dan u_k : Nilai yang terukur pada sensor

A, B, : Parameter *Kalman Filter* dari Matriks yang bernilai bebas

W_k : Parameter Noise yang ditentukan sendiri untuk mencapai error terkecil

Kemudian menentukan State Y sebagai berikut:

$$Y_k = CX_k + Z_k$$

Dimana:

Y_k : Parameter digunakan untuk mendapat nilai pada *State Estimate Update*

C : Parameter *Kalman Filter* dari Matriks yang bernilai bebas yang digunakan dan untuk menentukan nilai Kalman Gain

Z_k : Nilai tunggal (nilai yang bebas ditentukan)

Setelah State Y, menentukan State estimate Xe sebagai berikut:

$$X_{e,k+1} = AX_{e,k} + Bu_k$$

Dimana:

$X_{e_{k+1}}$: Parameter State sistem X yang diestimasi/difilter

A, B, : Algoritma *Kalman Filter* dari Matriks yang bernilai bebas

Tahap selanjutnya menentukan Kovarian S sebagai berikut:

$$S = CP_k + C' + Z$$

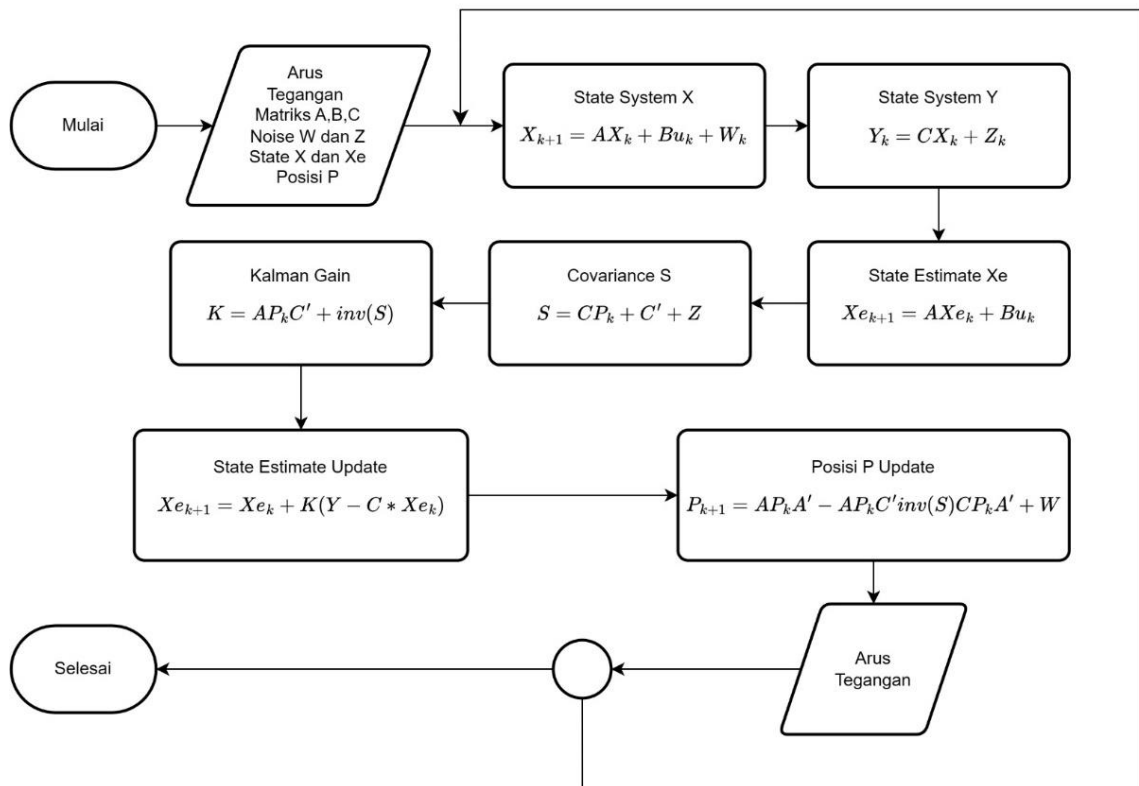
Langkah selanjutnya menentukan Kalman Gain sebagai berikut:

$$K = AP_k C' + inv(S)$$

Setelah menentukan Kalman Gain, masuk ke sistem lanjutan (update), yaitu *State Estimate* dan Posisi P

- State Estimate Update : $X_{e_{k+1}} = AX_{e_k} + K(Y - C * X_{e_k})$
- Posisi P update : $P_{k+1} = AP_k A' - AP_k C' inv(S) CP_k A' + W$

Setelah semua terproses didapat arus dan tegangan yang sudah difilter dengan *Kalman Filter* pada hasil akhir.



Gambar 3. 10 Flowchart Kalman Filter

3.2.4 Kalman Filter Extended

Extended kalman filter (EKF) merupakan metode estimasi yang biasa digunakan untuk memperkirakan dan menganalisis suatu kondisi dari sistem dinamis. Alasan mengapa metode ini memberikan tingkat akurasi yang tinggi dan umumnya mudah digunakan. Keuntungan dari fungsionalitas metode *Extended Kalman Filter* adalah metode ini secara otomatis menyediakan perkiraan batas kesalahan untuk sistem. Bentuk umum persamaan matematis.

$$\begin{cases} \dot{x} = f(x, i_c) + w \\ y_k = Hx_k + v_k \\ w \sim (0, \Sigma_w) \\ v_k \sim (0, \Sigma_{v_k}) \end{cases}$$

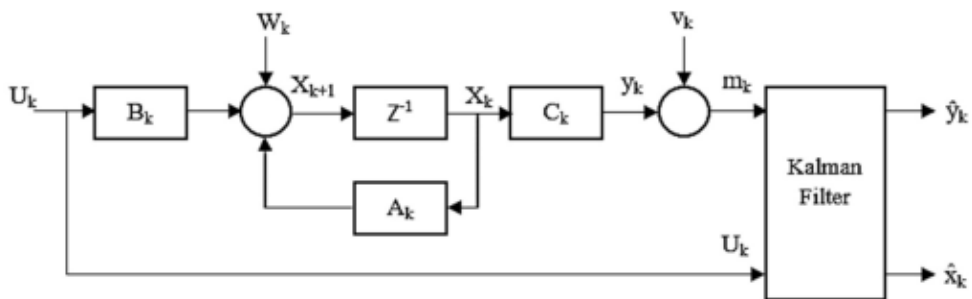
i_c = masukan dari sistem

W = proses noise dengan *Gaussian-disturbance* dengan *zero mean* dan kovarian dari Σ_w

V_k = *measurement noise* dengan *Gaussian-disturbance* dengan *zero-mean* dan kovarian dari Σ_{v_k}

H = keluaran matrix

Y_k = pengukuran keluaran.



Gambar 3. 11 Diagram Blok Sistem Menggunakan Extended Kalman Filter

Gambar 3.11 merupakan sistem dengan *discrete-time linier*. Inputnya yaitu i_k , dan *ouputnya* y_k . Simbil A_k , B_k , C_k , merupakan matriks pembangunnya, z^{-1} adalah unit-delay. Teradpat dua noise yang mendistorsi sistem tersebut yaitu *process-noise* yang disimbolkan w_k dan *measurement-noise* yang disimbolkan dengan v_k . Noise

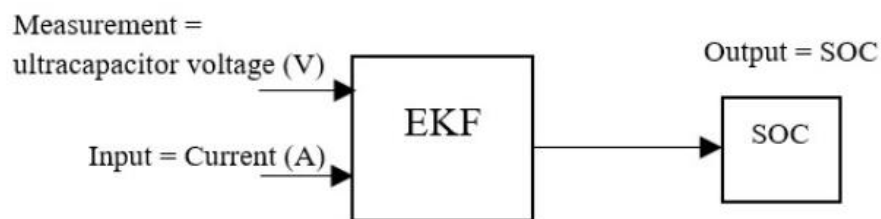
pengukuran dalam sistem ini disebut *white-noise*, dan *output* atau keluarannya diukur oleh perangkat lain. Hasil dari pengukuran tersebut disimbolkan dengan m_k terdistorsi oleh v_k . Simbol x_k adalah *system-state*. Nilai dari x_k tidak diketahui dan bisa diestimasi oleh extended kalman filter.

Persamaan dari *extended kalman filter* dari rangkaian equivalent yaitu :

$$U_{C1(k+1)} = U_{C1(k)} - \left[\left(-\frac{1}{C_1 R_2} U_{C1(k)} + \frac{1}{C_1 R_2} U_{C2(k)} \right) + \frac{I}{C_1} \right] T$$

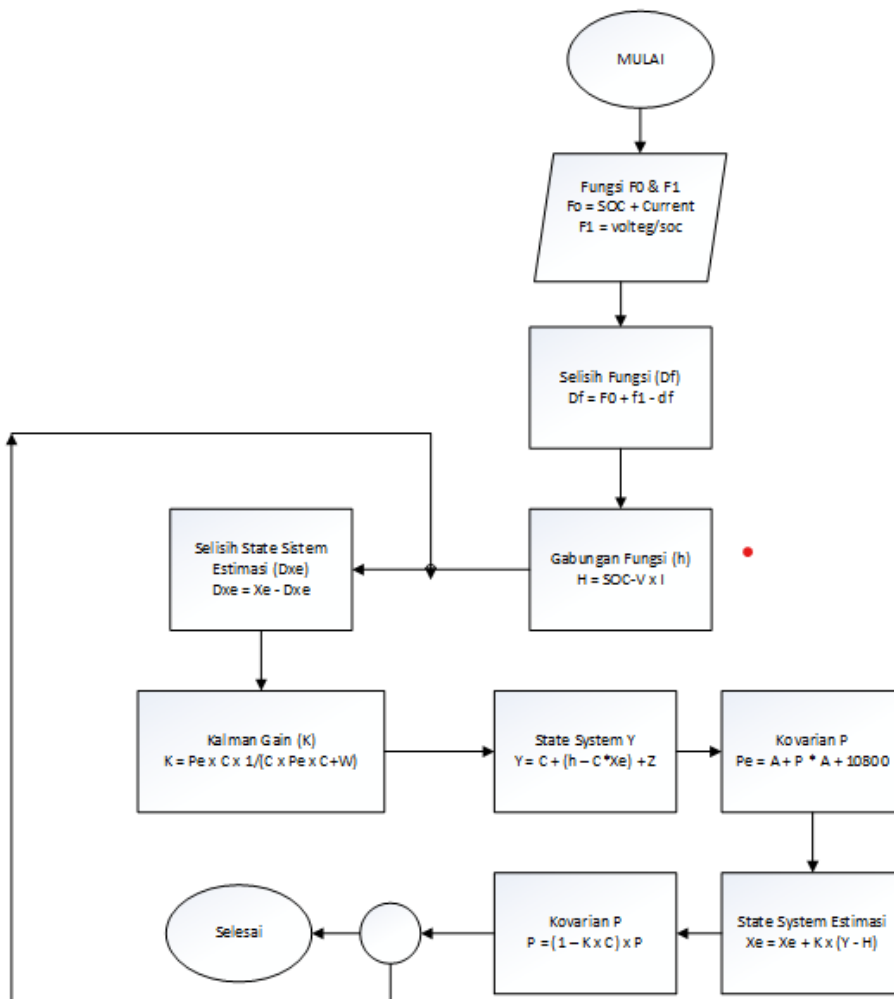
$$U_{C2(k+1)} = U_{C2(k)} - \left(-\frac{1}{C_2 R_2} U_{C1(k)} + \frac{1}{C_2 R_2} U_{C2(k)} \right) T$$

Dari persamaan di atas digunakan untuk menentukan keluaran dari sistem



Gambar 3.12 Ilustrasi Persamaan Rangkaian Equivalen

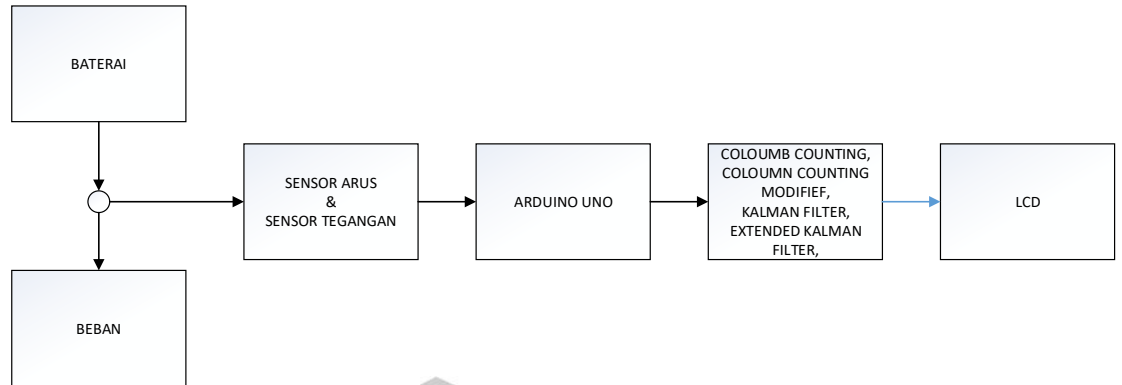
Gambar di atas menunjukkan ilustrasi persamaan rangkaian equivalent. Inputan dari extended kalman filter adalah tegangan dan arus. Ketika data tegangan dan arus sudah diperoleh, data tersebut diproses kedalam extended kalman filter untuk mendapatkan nilai keluaran. Nilai keluaran tersebut yaitu SOC.



Gambar 3. 13 Flowchart Extended Kalman Filter

3.3 Desain Sistem

Di dalam sub-bab ini juga terdapat diagram alir dari proses sistem yang diusulkan. Proses diagram alur dilengkapi dengan keterangan fungsi dari masing-masing elemen. Sebagai berikut :



Gambar 3. 14 Alur Desain Sistem

Keterangan:

1. Baterai : Baterai digunakan menjadi input dari sistem yang akan diambil nilai pengukurannya.
2. Sensor Arus dan Tegangan: sensor disini berfungsi sebagai pengukuran yang akan nanti nilai dari pengukuran akan dimasukkan kedalam program untuk diolah
3. Arduino Uno : Berfungsi sebagai kontroller atau berguna untuk menerima sinyal input, mengolahnya, kemudian memberikan sinyal output sesuai dengan program yang telah diisikan ke kontroler tersebut.
4. LCD : Berfungsi untuk memonitoring atau menampilkan nilai parameter pada Baterai

3.4 Desain Hardware

Pada subbab ini menjelaskan mengenai perangkat beserta komponen yang akan digunakan dalam usulan system sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Desain Hardware

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Laptop	1
2.	Baterai Lead Acid	1
3.	Sensor Arus	4
4.	Sensor Tegangan	4
5.	Arduino Uno	1
6.	LCD 16 X 2	1
7.	Module SD Card	1

Berikut spesifikasi komponen yang akan digunakan pada proyek Alat Ukur SoC baterai

3.4.1 Baterai Lead-Acyd

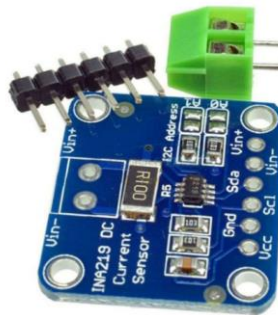
Baterai yang digunakan pada proyek ini merupakan baterai dengan merek Mottobat Gel Technology 12V 7AH dan berjenis baterai kering. Batrei pada proyek kali ini berfungsi sebagai input dari system yang akan diambil nilai pengukurannya.



Gambar 3. 15 Baterai Lead Acid 12V

3.4.2 Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan pada proyek ini menggunakan sensor arus jenis INA219. Sensor arus pada proyek ini berfungsi sebagai pengukuran yang akan nanti nilai dari pengukuran arus akan dimasukkan kedalam program untuk diolah.



Gambar 3. 16 Sensor INA219

3.4.3 Sensor Tegangan

Sensor tegangan pada proyek ini menggunakan sensor tegangan 0-25V adapun spesifikasi sensor tegangan yang digunakan yaitu

- Ukuran : 28 x 14 x 13 mm(LxWxH).

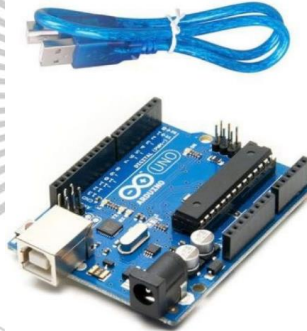
- Berat : 4 gm.
- Kisaran tegangan masukan : DC0 to 25 V
- Rentang deteksi tegangan : DC 0.02445 V to 25 V
- Resolusi tegangan analog : 0.00489 V



Gambar 3. 17 Sensor Tegangan 0-25V

3.4.4 Arduino Uno

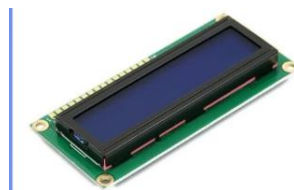
Arduino uno pada proyek ini Berfungsi sebagai kontroller atau berguna untuk menerima sinyal input , mengolahnya, kemudian memberikan sinyal output sesuai dengan program yang telah diisikan ke kontroler tersebut.



Gambar 3. 18 Arduino Uno

3.4.5 LCD 16x2

Lcd pada proyek ini berfungsi untuk menampilkan parameter nilai keluaran SoC secara real time.

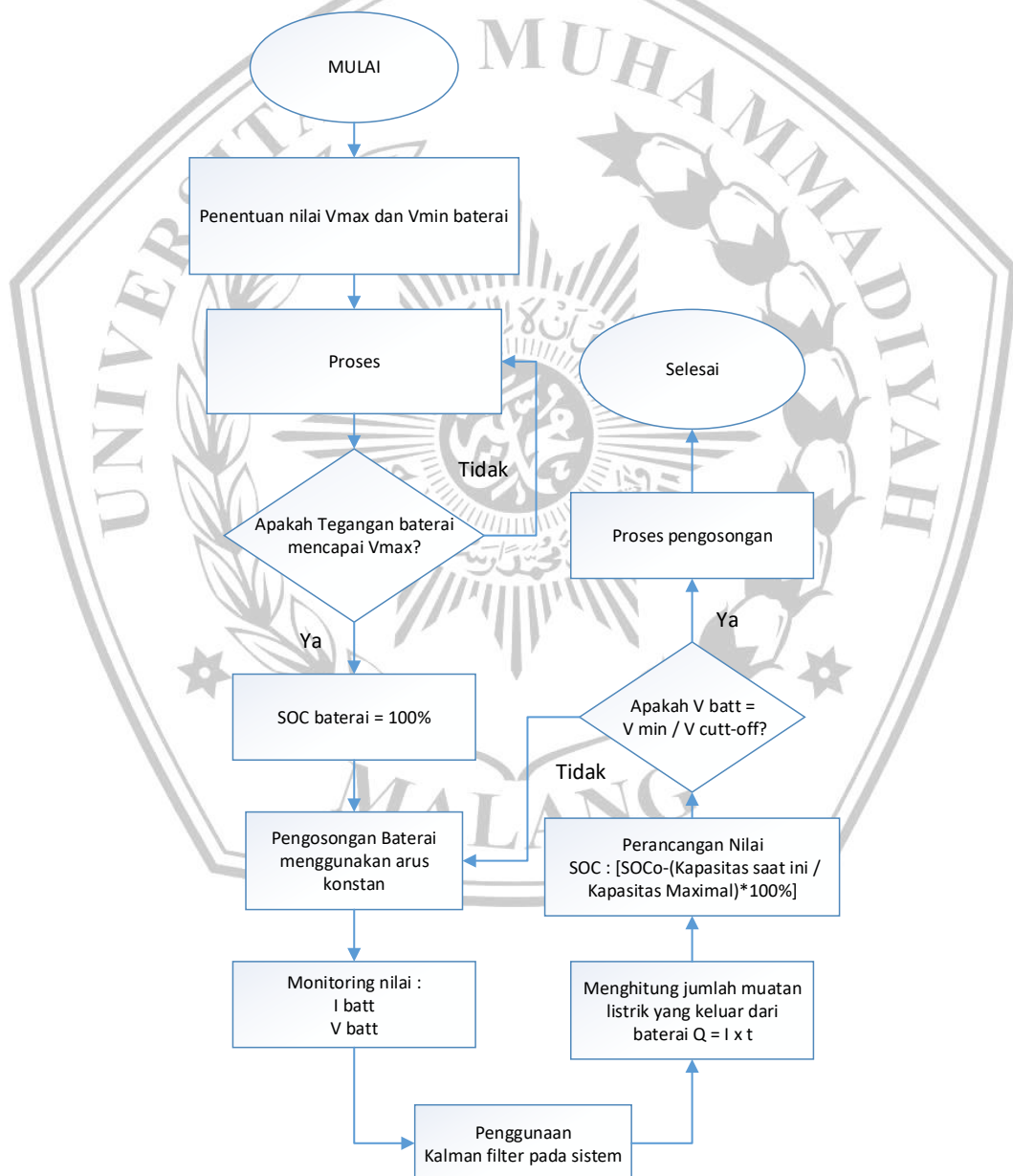


Gambar 3. 19 LCD 16x2

3.5 Desain Software

Untuk merancang perintah yang di unggah atau upload ke mikrokontroler, akan digunakan aplikasi Arduino. Aplikasi tersebut menggunakan bahasa C++ sebagai kode programnya. Source code yang dibuat mencakup beberapa bagian, yaitu:

1. Menginisialisasi, mengatur tampilan LCD
2. Membaca sensor yang digunakan
3. Membandingkan nilai error pengukuran dari multimeter



Gambar 3. 20 Flowchart Keseluruhan Sistem