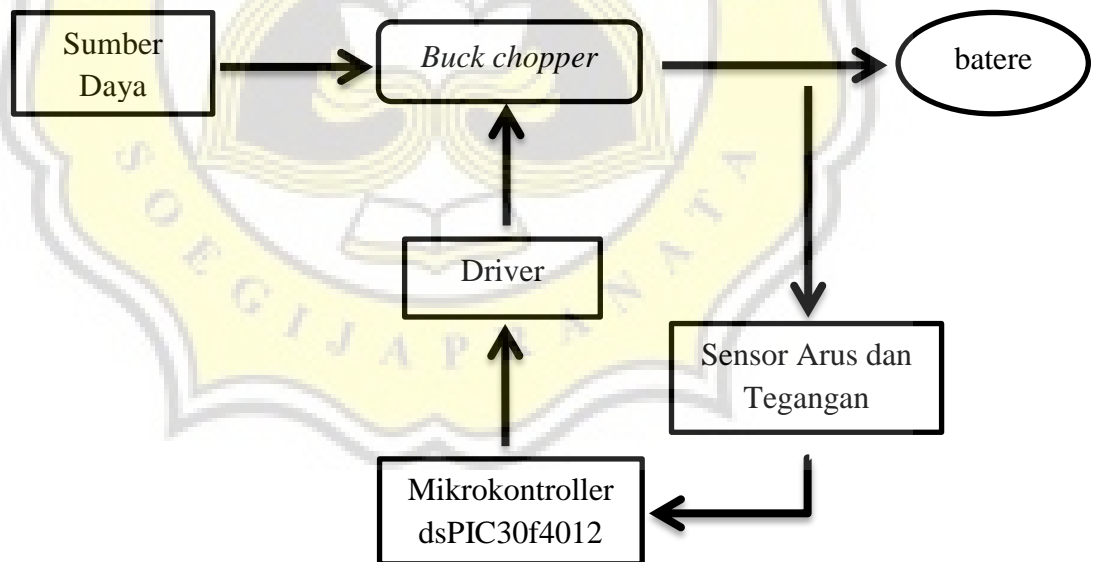


BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Pendahuluan

Pada tugas akhir ini akan membahas tentang pengisian batere dengan metode *constant current constant voltage*. Pada implementasinya menggunakan rangkaian konverter *buck chopper* sebagai penyesuai bebannya untuk mentransferkan daya ke batere. Metode pengisian batere ini pada awal pengisiannya akan diberi arus yang konstan setelah mencapai batas tegangan yang ditentukan maka akan beralih diberikan tegangan yang *constant* sampai batere tersebut penuh. Pada tugas akhir ini akan merancang dan mengimplementasikan pegisian batere menggunakan metode *constant current constant voltage* berbasis dsPIC30f4012.



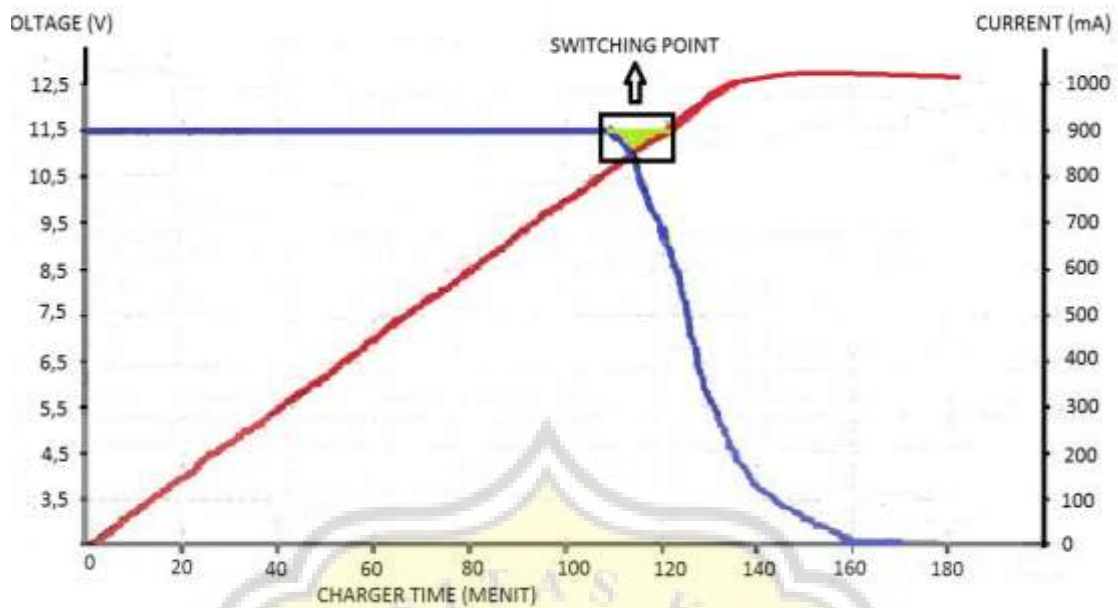
Gambar 3.1 Gambaran umum rancangan

Pada gambar di atas menerangkan bahwa sistem tersebut terdiri dari beberapa blok meliputi blok rangkaian daya , sensor, mikrokontroller, driver. Pada sistem memiliki sistem kerja yaitu pada blok sensor akan mendeteksi keadaan pada keluaran

pada blok rangkaian daya. Setelah terdeteksi oleh blok sensor maka sensor mengirimkan sinyal ke blok mikrokontroler yang disebut sebagai kondisi actual. Pada blok mikrokontroler akan memproses kondisi actual tersebut dengan referensi yang sudah ditentukan untuk membandingkan errornya setelah itu mikrokontroler mengirimkan sinyal ke driver yang berupa sinyal PWM (*pulse width modulation*) yang digunakan untuk proses pensaklaran pada MOSFET yaitu di blok rangkaian daya agar keluarannya sesuai dengan pada batere tersebut.

3.2 Perancangan *Constant Current Constant Voltage*

Metode *constant current constant voltage* merupakan metode yang digunakan untuk pengisian ulang daya pada batere agar terisi secara maksimal. Metode ini memiliki prinsip kerja ketika pada awal pengisian batere akan diberi arus yang constant hingga mencapai batas tegangan pada batere yang sudah ditentukan. Setelah mencapai batas tegangan yang sudah ditentukan maka akan diberi tegangan yang constant hingga menyebabkan arus pada saat pengisian awal menjadi turun. Pada saat terjadi perpindahan dari *constant current* ke *constant voltage* harus ditentukan tegangan yang ditetapkan untuk melakukan prosese perpindahan tersebut.



Gambar 3.2 kurva *constat current* (biru) *constant voltage* (merah)

Jika suatu tegangan batere (E) merupakan hasil dari selisih tegangan keseluruhan (Vt) dengan hasil perkalian antara arus (I) dan hambatan dalam pada batere (Rd) maka dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$V_t = E + I.R_d$$

$$E = V_t - I.R_d \quad (3.1)$$

Dari rumus di atas dapat dijadikan penentuan tegangan yang digunakan untuk proses perpindahan dari proses pengisian secara *constant current* ke pengisian secara *constant voltage*.

3.3 Perancangan *Hardware*

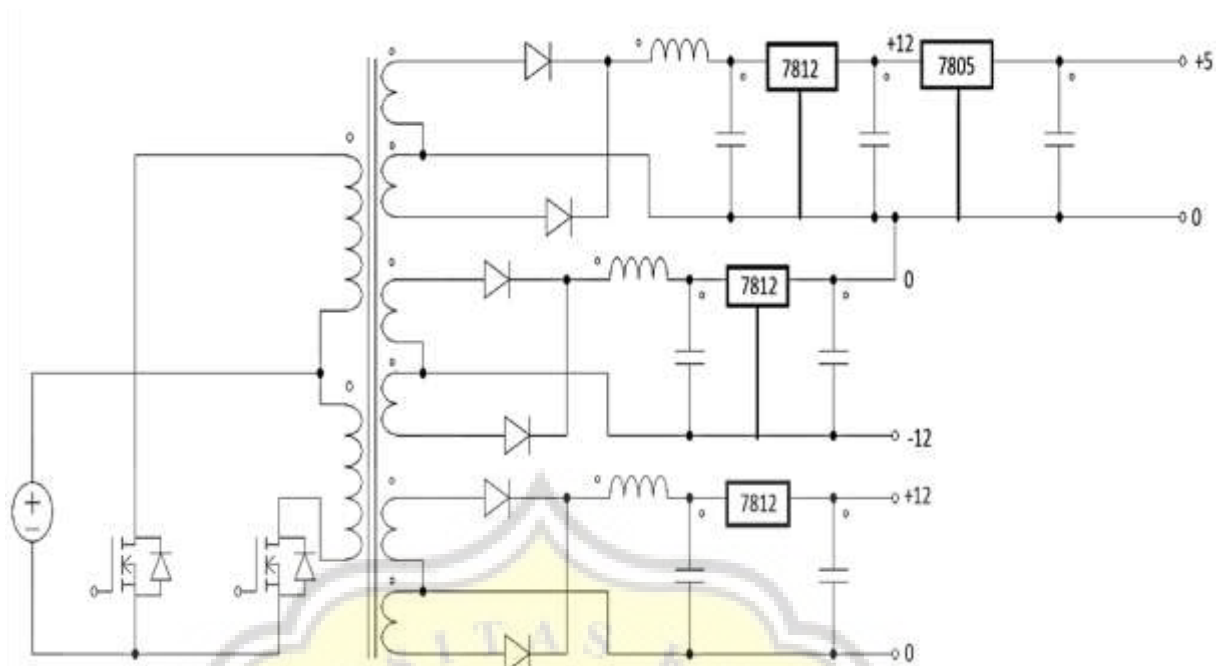
Perancangan *hardware* pada alat ini terdiri dari beberapa blok rangkaian pendukung untuk memaksimalkan kerja alat ini. Rangkaian blok tersebut terdiri dari blok *power supply*, driver, sensor, rangkaian daya, mikrokontroller. Pada pembahasan kali ini akan membahas tentang bagaimana perancangan dan implementasi *hardware* pada setiap blok.

3.3.1 *Power Supply*

Pada blok *power supply* berfungsi untuk memberikan sumber daya pada blok sensor, driver, dan mikrokontroler karena blok – blok tersebut memerlukan tegangan yang berbeda – beda sehingga memerlukan *power supply* tersendiri. Pada blok ini menggunakan rangkaian *power supply switching* yaitu rangkaian *power supply push pull*.

Pada keluaran *push pull* nanti akan menyuplai tegangan yang diperlukan setiap bloknnya yaitu blok driver membutuhkan tegangan +12 Volt lalu blok sensor membutuhkan tegangan sebesar +12, 0, -12 Volt sedangkan pada blok mikrokontroler membutuhkan tegangan +5 Volt. Pada rangkaian *push pull* terdiri dari beberapa bagian rangkaian daya, kontrol, regulator . Pada rangkaian daya terdiri dari MOSFET IRF 730 yang jumlahnya 2 berfungsi untuk melakukan proses *switching* pada trafo inti ferit atau biasa disebut trafo frekuensi tinggi lalu terdapat juga diode dan induktor.

Pada rangkaian kontrolnya terdiri dari PIC12f629 yang berfungsi untuk mengendalikan proses pensaklaran pada rangkaian daya agar tidak ON dan OFF bersamaan dan *buffer* 7414 untuk menguatkan sinyalnya. Sedangkan pada rangkaian regulator terdiri dari IC regulator 7805 dan 7812 yang berguna untuk menghasilkan keluaran 12 Volt dan 5 Volt.

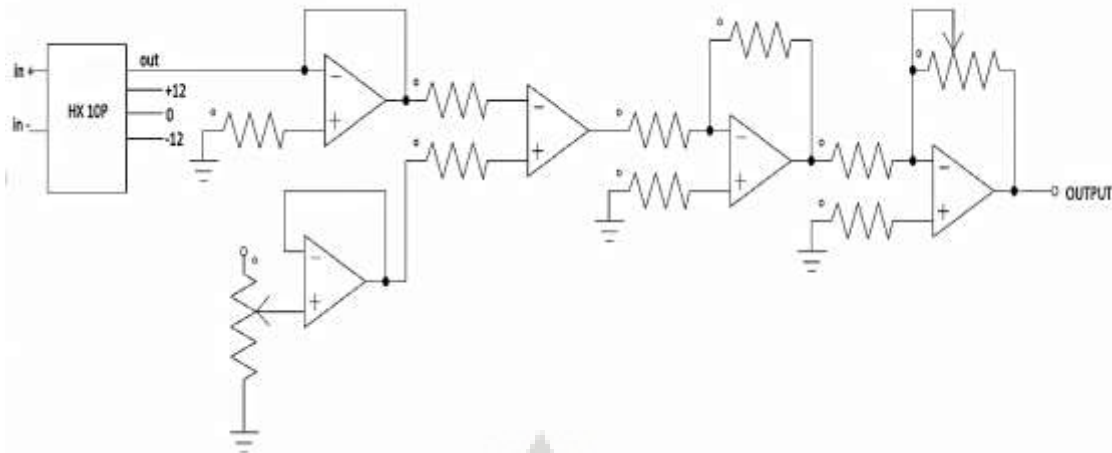


Gambar 3.3 Skema rangkaian *push pull*

Pada gambar tersebut *push pull* memiliki tiga keluaran yaitu pada keluaran pertama digunakan untuk *power supply* untuk sensor tegangan dan sensor arus. Pada keluaran kedua digunakan untuk *power supply* rangkaian mikrokontroler yaitu 5 Volt sedangkan keluaran yang ketiga digunakan untuk *power supply* rangkaian driver.

3.3.2 Sensor Arus

Pada rangkaian sensor arus ini menggunakan komponen HX 10-P/SP2 sebagai pendeteksi arus pada keluarannya. Pada rangkaian ini juga menggunakan Op-Amp dan resistor sebagai rangkian minimumnya. Pada penggunaannya sensor arus ini dipasang secara seri pada keluaran *buck choppernya*. Prinsip kerja dari sensor arus ini yaitu arus yang mengalir pada keluarannya dideteksi oleh HX 10-P/SP2 dalam bentuk medan magnet karena arus yang mengalir menghasilkan medan magnet yang dikonversi menjadi bentuk sinyal tegangan. Sinyal tegangan tersebut dideteksi setiap 1 A sama dengan 1 Volt lalu dikuatkan dengan rangkaian Op-Amp yang selanjutnya dimasukkan ke mikrontroler dalam bentuk sinyal analog.

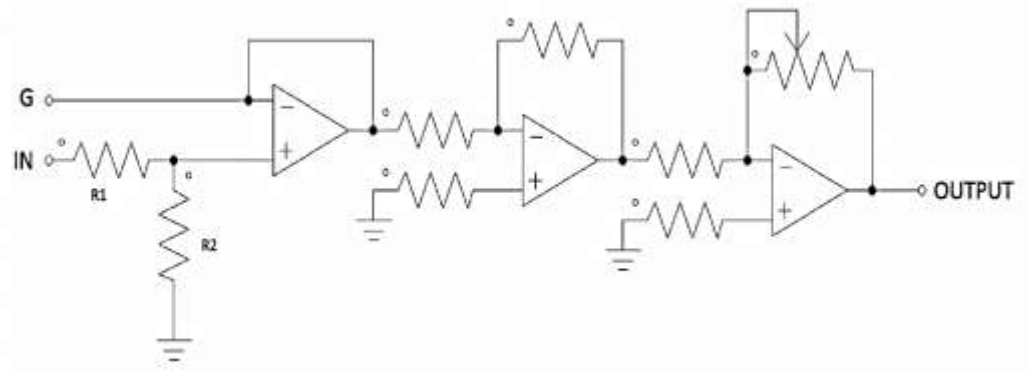


Gambar 3.4 Skema rangkaian sensor arus

Pada rangkaian tersebut dapat dijelaskan keluaran dari HX 10P dikuatkan menggunakan Op-Amp lalu pada keluarannya diatur DC *offset*nya menjadi 0 Volt. DC *offset* merupakan tegangan keluaran dari amplifiier yang kemudian setelah *setting* menjadi 0 Volt lalu dikuatkan kembali dengan pengaturan penguatannya setiap 1 Volt mewakili 1 Ampere sehingga sinyal keluarannya bisa diteruskan ke mikrokontroller.

3.3.3 Sensor Tegangan

Pada sistem alat ini juga menggunakan sensor tegangan yang digunakan untuk mendeteksi tegangan aktual agar tidak melampaui tegangan referensinya. Pada rangkaian sensor tegangan ini hanya menggunakan rangkaian *buffer* dan resistor sebagai sistem minimumnya. Pada sensor tegangan ini dalam pemakaiannya dipasang secara *parallel* dengan tegangan outputannya berbeda dengan sensor arus yang dipasang secara seri dengan outputannya. Pada sensor tegangan ini prinsip kerjanya yaitu nilai tegangan keluaran dari rangkaian daya dideteksi setelah itu diturunkan tegangannya dengan *voltage divider* lalu tegangan tersebut dikuatkan oleh rangkaian *buffer* setelah itu diteruskan ke mikrokontroller dalam bentuk sinyal analog.



Gambar 3.5 Skema rangkaian sensor tegangan

Pada rangkaian tersebut dapat dijelaskan bahwa tegangan masukannya diturunkan terlebih dahulu menggunakan *voltage divider* setelah itu nilai tegangan yang sudah diturunkan dikuatkan secara *non inverting*. Setelah itu penguatan diatur setiap 5 Volt mewakili tegangan 20 Volt pada sinyal keluarannya untuk diolah oleh mikrokontroler. Penghitungan hambatan pada *voltage divider* dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} \cdot (R_1 + R_2) = V_{in} \cdot R_2$$

$$V_{out} \cdot R_1 + V_{out} \cdot R_2 = V_{in} \cdot R_2$$

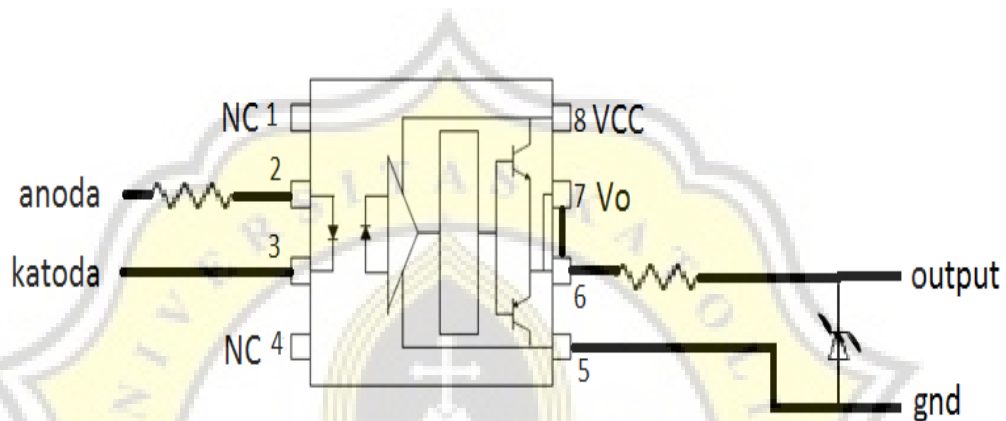
$$R_1 = \frac{V_{in} \cdot R_2}{V_{out}} - R_2$$

$$R_1 = \frac{V_{in}}{V_{out}} - 1$$

$$R_2 = R_1 \cdot \frac{1}{\left(\frac{V_{in}}{V_{out}} - 1\right)} \quad (3.2)$$

3.3.4 Driver

Pada rangkaian driver ini menggunakan *Optocoupler* TLP250 sebagai komponen utamanya. Pada rangkaian driver berfungsi sebagai pengendali proses pensaklaran pada rangkaian daya yaitu sinyal yang diberikan oleh mikrokontroler. Prinsip kerjanya yaitu mikrokontroler mengirimkan sinyal berupa sinyal PWM (*pulse width modulation*) lalu pada *Optocoupler* TLP250 diteruskan sebagai sinyal pensaklaran untuk MOSFET.

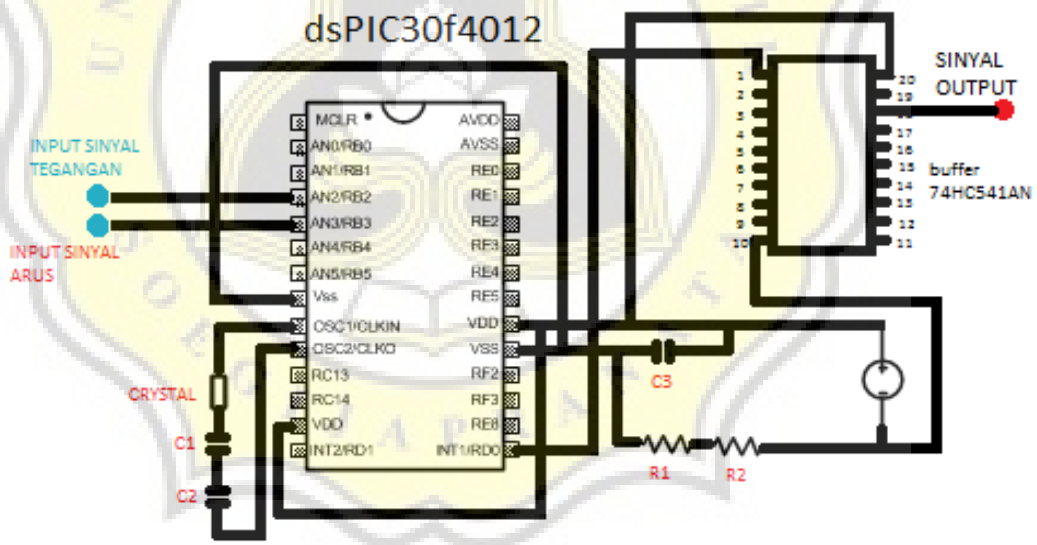


Gambar 3.6 Skema rangkaian driver

Pada rangkaian tersebut dapat dijelaskan *Optocoupler* TLP250 membutuhkan catu daya +12V untuk beroperasi pada kaki 8 sebagai VCC dan kaki 5 sebagai *ground* catu daya. Dengan positif input sinyal di kaki 2, dan kaki 3 sebagai *ground* pada input sinyal. Hasil sinyal yang diperoleh dikeluarkan melalui kaki 6 dan 7. Pada *optocoupler* TLP250 memiliki skema terpisah didalamnya. yang pertama terdiri dari LED untuk input sinyal dari kontrol dan sebagai transmitter. Kedua adalah sebagai receiver, terdiri dari *photodiode* dan 2 buah transistor NPN untuk jalan masuk arus menjadi output sinyal menuju ke rangkaian daya. Sehingga dalam penggunaan *Optocoupler* TLP250 sangat sederhana dan juga dapat memproteksi rangkaian kontrol dari tegangan yang berlebihan dari rangkaian daya karena pada *Optocoupler* TLP250 rangkainnya telah terpisah antara input dan outputnya.

3.3.5 Perancangan Mikrokontroller

Sistem kendali pada desain ini berbasis digital menggunakan mikrokontroller DSC (*Digital Signal Control*) dsPIC30f4012. Mikrokontroller yang terdiri dari sistem minimum dsPIC30f4012 dan dilengkapi dengan *Buffer* dengan IC74541, Gambar 3.7. IC ini terdiri dari 8 buah gerbang logika pembalik (*invert function*). *Buffer* IC74541 bekerja sebagai penguat tegangan keluaran dari dsPIC30f4012 sebelum menuju ke driver. Keluaran dari *buffer* selalu terkunci pada tegangan $\pm 5V$, hal tersebut dikarenakan IC74541 dicatu dengan tegangan $\pm 5V$. Tegangan $\pm 5V$ ditujukan untuk menyalakan led IC TLP250 pada driver agar proses pensaklaran selalu optimal. Pada pemrograman dsPIC30f4012 dilakukan melalui *software mikroC pro for dsPIC* yang menggunakan bahasa C sebagai dasar pemrograman.



Gambar 3.7 Skema rangkaian mikrokontroller

Pada gambar rangkaian di atas mikrokontroller dsPIC30f4012 membutuhkan rangkaian sistem minimum dalam pemakaiannya. Dalam rangkaian sistem minimum tersebut terdapat komponen *crystal* yang digunakan untuk menghasilkan *clock speed* pada dsPIC30f4012. Input sinyal tegangan dari sensor dimasukkan melalui port RB2 sedangkan input sinyal arus dari sensor arus melalui port RB3. Outputan dari

mikrokontroler dikeluarkan melalui port RD0 untuk kemudian dikuatkan dengan *buffer* 74541 sehingga menghasilkan sinyal PWM (*pulse width modulation*) untuk pesaklaran pada MOSFET.

3.4 Algoritma Pemrograman

Mikrokontroler dsPIC30f4012 dengan lebar data 16 bit digunakan sebagai komponen utama dalam mikrokontroler untuk mengontrol rangkaian dayanya. dsPIC30f4012 merupakan IC yang bekerja sebagai pengolah sinyal digital dilengkapi dengan pengaturan 30 MIPS instruksi yang diproduksi oleh *Microchip Technology*. Dengan fitur yang dimiliki oleh dsPIC30f4012 tersebut sangat baik digunakan sebagai pengolah sinyal kontrol pengisian baterai dengan metode *constant voltage constant current*. Fitur seperti I/O, ADC 10bit dan *Timer Interrupt* diatur sesuai dengan register yang dibutuhkan.

```
unsigned int  ADCValue2,ADCValue3 ;  
signed int  ERR1, ERR2, acuan1, acuan2;  
signed int  E;
```

Pada pemrograman dsPIC39f4012 hal pertama yang dilakukan adalah mendeklarasikan terlebih dahulu apa yang akan diproses nanti. Pada gambar di atas dapat dijelaskan bahwa ADCValue2 dan ADCValue3 merupakan sebagai sinyal masukan analog dari sensor arus dan tegangan sedangkan ERR1, ERR2, acuan1, acuan2 tersebut untuk mengolah sinyal dari sensor tadi dengan referensinya untuk menghasilkan *error* yang mendekati referensi agar sistem tersebut berjalan sesuai dengan referensi yang diinginkan. Lalu E merupakan inisialisasi untuk menentukan perpindahan dari *constant current* ke *constant voltage*.

```

void main() {
TRISB = 0x000F; // RB0-RB3 input, RB lainnya output
TRISD = 0;
TRISE = 0;
LATD = 0;
LATE = 0;

```

Kemudian menentukan port apa saja yang akan digunakan sebagai input dan outputnya nanti. Pada gambar di atas dapat dijelaskan bahwa port yang digunakan sebagai inputnya adalah PORT RB0, RB1, RB2, RB3. Sedangkan yang digunakan sebagai outputnya yaitu PORT D dan PORT E.

```

while (IFS0bits.ADIF); // conversion done?
{
ADCValue2 = ADCBUF0; // tegangan
ADCValue3 = ADCBUF1; // arus
}

ERR1 = 410 - ADCValue3; // arus
ERR2 = 717 - ADCValue2; // tegangan

E = ADCValue2 - (ADCValue3 * (3/10)); // TEGANGAN BATERAI
}

// INISIALISASI TIMER1
IPC0 = IPC0 | 0x1000; // Interrupt priority level
T1IF_bit = 0; // Clear T1IF
T1IE_bit = 1; // Enable Timer1 interrupts
T1CON = 0x8000; // Timer1 ON, internal cloc
PR1 = 200; //MENGATUR PERIODE TIMER
acuan1 = 410; //referensi arus
acuan2 = 717; //referensi tegangan

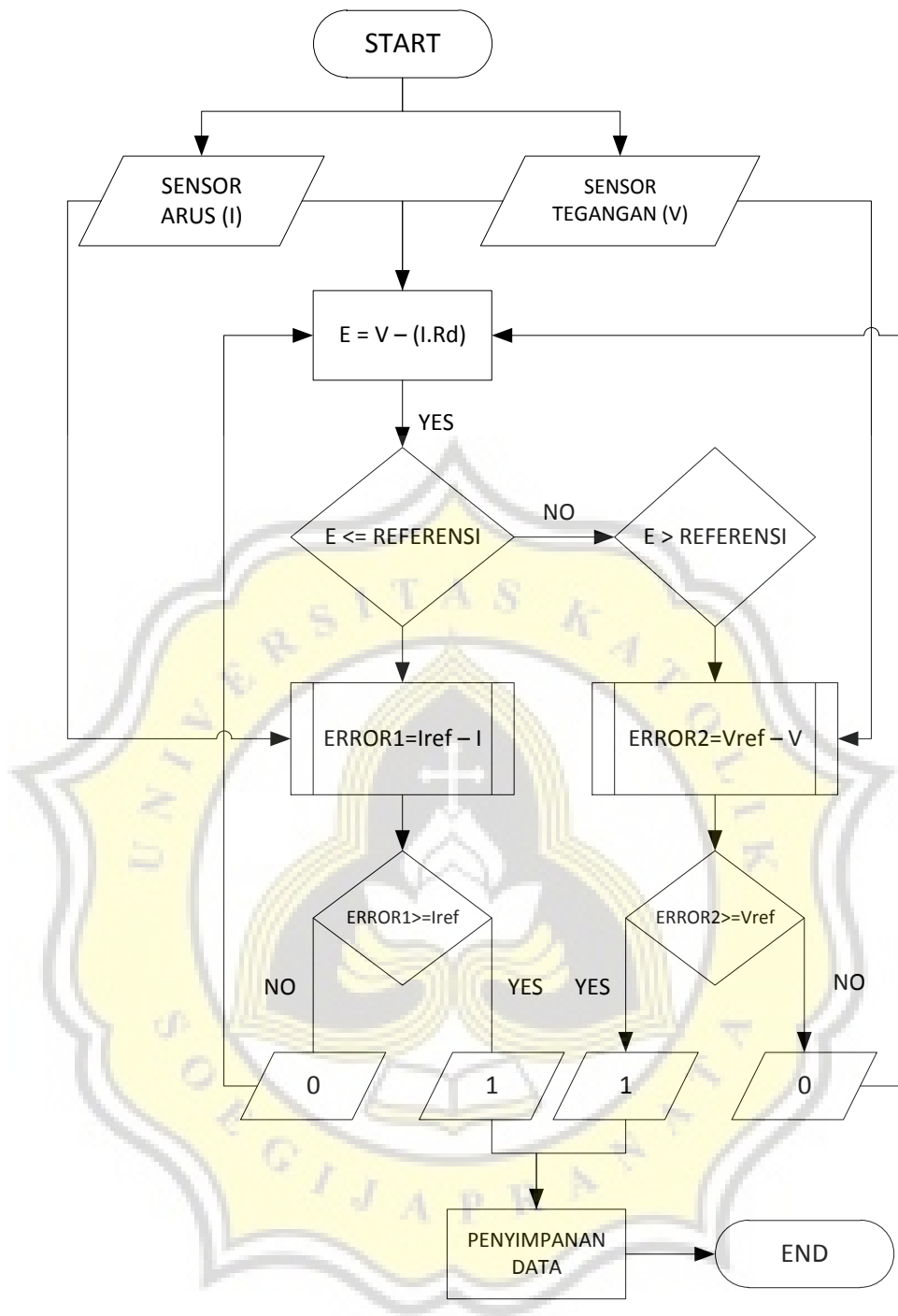
```

Pada gambar di atas dapat dijelaskan bahwa ADCBUF0 merupakan sinyal input ADC untuk sensor tegangan yang masuk melalui port RB2 yang kemudian diolah dengan dibandingkan dengan sinyal referensi tegangan yaitu acuan2 untuk menghasilkan *error* yang kedua yaitu ERR2. Sedangkan ADCBUF1 merupakan input sinyal ADC untuk sensor arus yang masuk melalui port RB3 kemudian sinyalnya diolah dengan membandingkan arus referensi yaitu acuan1 untuk mendapatkan *error* pertama

yaitu ERR1. Kemudian mencari tegangan pada batere untuk menentukan perpindahan dari *constant current* yaitu ERR1 ke *constant voltage* yaitu ERR2 dengan cara mencari hasil selisih antara ADCvalue2 dengan hasil perkalian antara ADCvalue3 dengan hambatan dalam sehingga menghasilkan tegangan pada batere yaitu E.

```
| while(1)
{
  //constant current
  while (E<=512)//10volt
  {
    RE0_bit = 1;
    if (ERR1 >= 20)
    RDO_bit = 1;
    if (ERR1 <= -20)
    RDO_bit = 0;
  }
  //constant voltage
  while (E>512)//10volt
  {
    RE1_bit = 1;
    if (ERR2 >= 20)
    RDO_bit = 1;
    if (ERR2 <= -20)
    RDO_bit = 0;
  }
}
```

Pada gambar di atas dijelaskan bahwa jika tegangan batere kurang dari atau sama dengan referensi maka metode pengisian yang dipakai adalah *constant current* sedangkan jika tegangan pada batere lebih dari referensinya maka metode pengisian yang digunakan adalah metode *constant voltage*. Dengan program yang disusun seperti di atas digunakan untuk mengontrol rangkaian daya *buck chopper* untuk mengimplementasikan metode pengisian batere secara *constant current constant voltage*. Berikut adalah diagram alir (*flowchart*) dari pemrograman di atas :



Gambar 3.8 *Flow chart pemrograman constant current constant voltage*