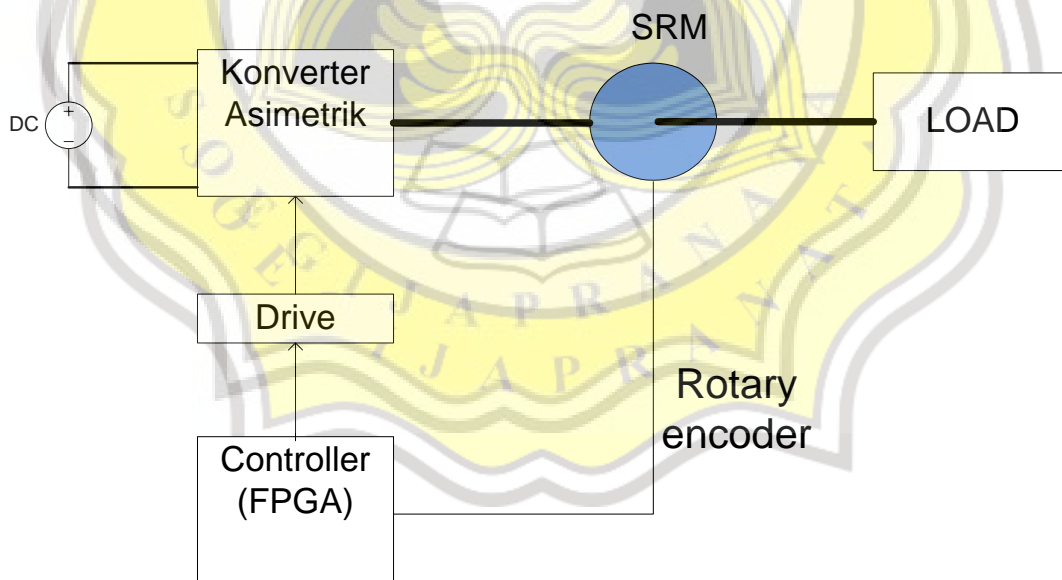


BAB III

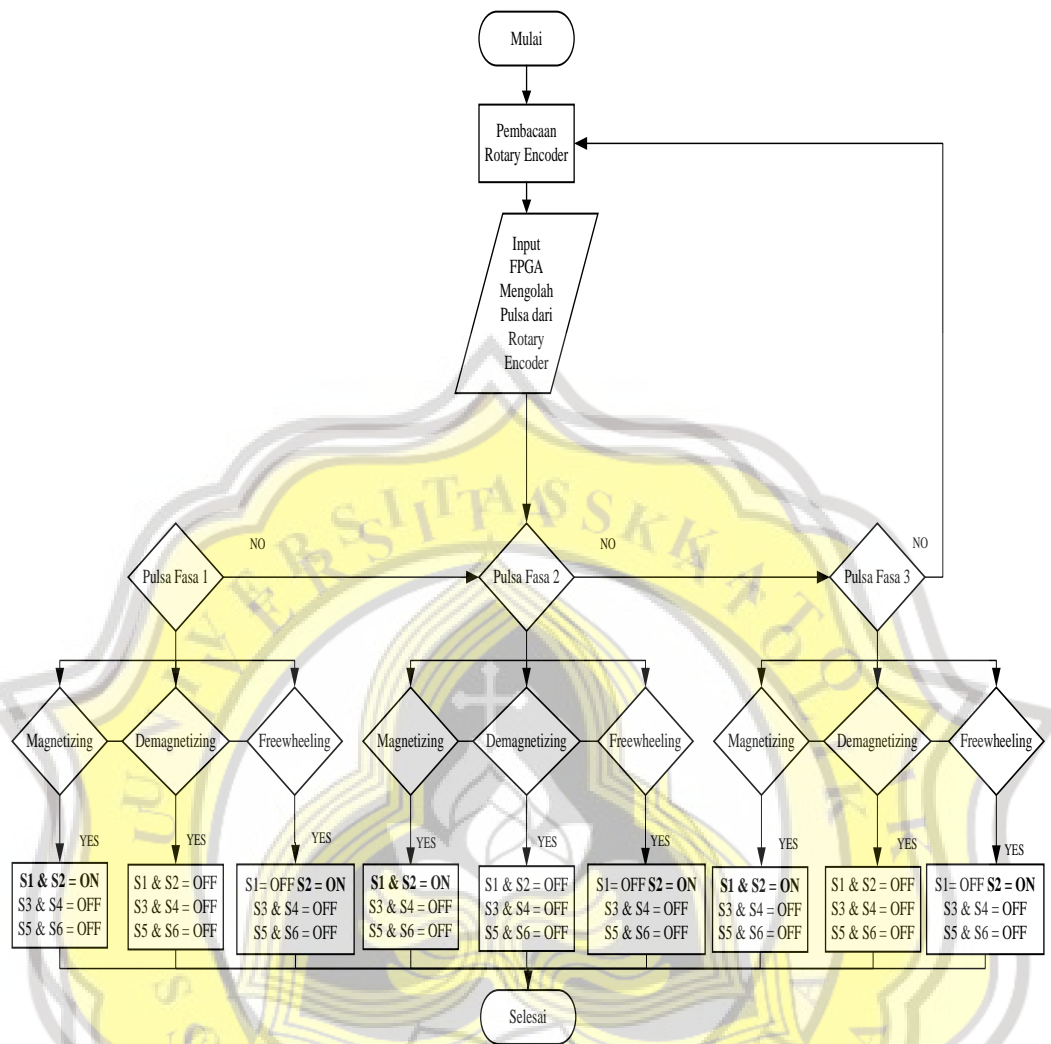
DESAIN DAN IMPLEMENTASI PENINGKATAN KINERJA KONVERTER ASIMETRIK PADA PENGGERAK SRM

3.1 Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan tentang peningkatan kinerja konverter asimetrik pada SRM dan rangkaian pendukung yang digunakan. Rangkaian pendukung pada laporan Tugas Akhir ini meliputi rangkaian hardware SRM, rangkaian dari tiga mode konverter asimetrik, rangkaian driver optocoupler, rangkaian sensor arus, dan rangkaian catu daya. Dibawah ini merupakan skema dari SRM dengan konverter asimetrik berbasis FPGA.



Gambar-3. 1 Skema SRM



Gambar-3. 2 Flowchart program pada SRM

3.2 Rangkaian Tiga Mode Operasi Konverter Asimetrik

Pada Tugas Akhir ini menggunakan *SRM* dengan 12 stator dan 6 rotor yang dioperasikan dengan menggunakan konverter asimetrik. Mode operasi konverter asimetrik yang digunakan ada tiga, yaitu:

3.2.1 Mode Operasi *Magnetizing* pada Konverter Asimetrik

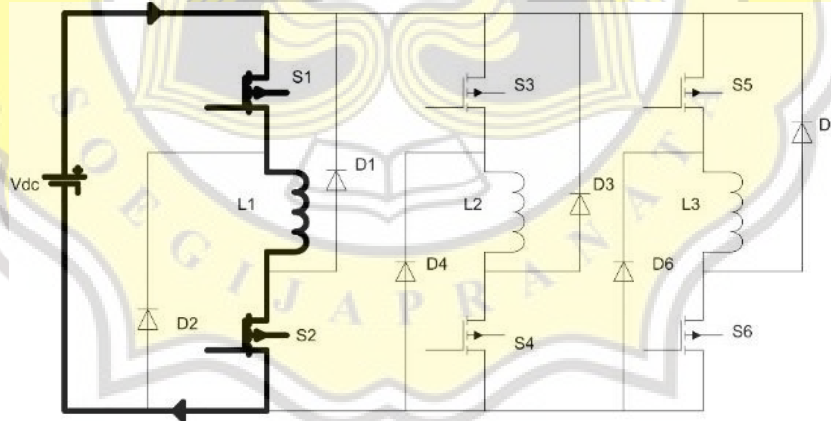
Proses eksitasi diberikan pada belitan fasa dilakukan dengan menyalakan saklar S1 dan S2 secara bersamaan seperti pada Gambar 3.3. Tegangan masukan akan menghasilkan torka positif jika diberikan saat in-duktansi fasa meningkat. Persamaan tegangan pada mode *magnetizing* dinyatakan sebagai:

$$V_{dc} = R \cdot i_{ph} + L \frac{d}{dt} i_{ph} + e \quad (3.1)$$

Dengan mengabaikan resistansi fasa, maka kemiringan arus fasa dapat diperoleh sebagai:

$$\frac{d}{dt} i_{ph} = \frac{V_{dc} - e}{L} \quad (3.2)$$

Pada persamaan (3.2) berarti arus fasa akan meningkat. Untuk membuat arus fasa meluruh, salah satu dari dua mode operasi dapat diimplementasikan.



Gambar-3. 3 Aliran arus mode magnetizing

3.2.2 Mode Operasi *Freewheeling* pada Konverter Asimetrik

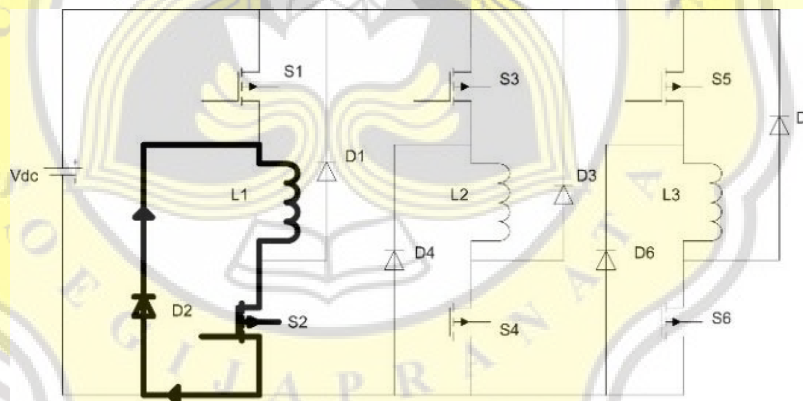
Mode *freewheeling* digunakan untuk membuang energi yang tersimpan dalam belitan motor dengan menggunakan satu saklar dan satu dioda sebagai jalur

arus fasa untuk membuat rangkaian tertutup[14]. Pada **Gambar 3.4** mode *magnetizing* dimulai ketika saklar S1 dan S2 ditutup dan arus yang mengalir ke induktor L1 kemudian diberi energi yang akan membuat kemiringan induksi meningkat. Kemudian, saklar S1 terbuka tetapi S2 tertutup dan arus dari induktor L1 mengalir melalui saklar S2 lalu D2 dan hilang (mode *freewheeling*)[15]. Saklar S2 lalu dibuka dan siklus berlanjut. maka dari itu didapatkan:

$$0 = R \cdot i_{ph} + L \frac{d}{dt} i_{ph} + e \quad (3.3)$$

$$\frac{d}{dt} i_{ph} = -\frac{e}{L} \quad (3.4)$$

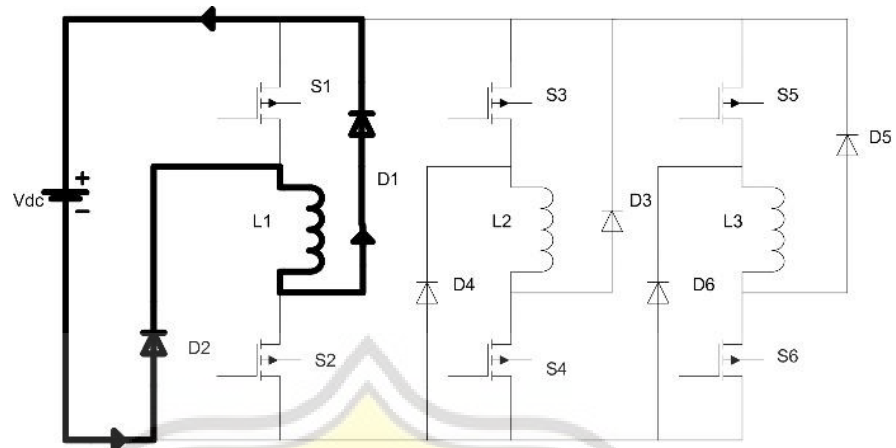
Mode *freewheeling* menerapkan sirkuit tertutup untuk membuang energi yang tersimpan melalui satu saklar dan satu dioda sehingga didapatkan persamaan (3.4).



Gambar-3. 4 Aliran arus mode freewheeling

3.2.3 Mode Operasi *Demagnetizing* pada Konverter Asimetrik

Mode *Demagnetizing*, kedua saklar dipadamkan secara bersamaan seperti yang terlihat pada Gambar 3.5, sehingga energi yang berada pada belitan stator dapat mengalir menuju beban melewati dioda. Kedua dioda digunakan sebagai jalur untuk arus fasa untuk mengirim kembali energi yang tersimpan ke sumbernya.



Gambar-3. 5 Aliran arus mode demagnetizing

Persamaan tegangan pada mode *demagnetizing* dinyatakan sebagai berikut:

$$-V_{dc} = R \cdot i_{ph} + L \frac{d}{dt} i_{ph} + e \quad (3.5)$$

$$\frac{d}{dt} i_{ph} = -\frac{(V_{dc} + e)}{L} \quad (3.6)$$

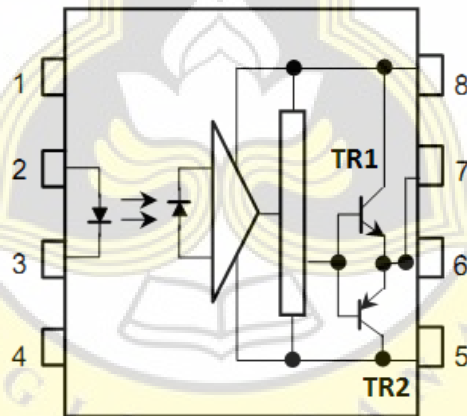
Belitan motor dihubungkan ke sumber DC dengan polaritas yang berlawanan, sehingga mendapatkan persamaan (7). Persamaan (8) adalah kemiringan arus fasa negatif yang meluruh dengan cepat.

3.3 Rangkaian Driver Optocoupler

Rangkaian *driver* yang didalamnya terdapat *optocoupler* yang digunakan berfungsi sebagai penghubung antara sinyal digital *FPGA Cyclone IV* dengan *MOSFET*. TLP250 digunakan sebagai *optocoupler* yang berfungsi memisahkan sistem *grounding* antara rangkaian daya yang beroperasi pada tegangan dan arus besar dengan *FPGA Cyclone IV* yang beroperasi pada tegangan dan arus kecil.

Rangkaian *driver* TLP250 dapat digunakan dengan tegangan minimal 10V yang disambungkan dengan rangkaian catu daya.

Fungsi utama dari rangkaian konverter asimetrik pada SRM adalah proses menyalakan MOSFET IRFP460 yang sesuai dengan perintah *FPGA Cyclone IV*. TLP 250 memiliki sinyal masukan berupa sinyal *digital*. Sinyal *digital* memiliki 2 kemungkinan yang berupa logika 1 dan logika 0. Saat sinyal digital memiliki tegangan 5 Vdc maka menjadi logika 1. Pada saat logika 0, maka sinyal digital tegangan tidak dibangkitkan atau 0 Vdc. Sinyal keluaran pada *optocoupler* TLP250 sama dengan sinyal masukan. Skema rangkaian *driver optocoupler* TLP250 akan disajikan pada Gambar-3.6.



Gambar-3. 6 Rangkaian driver optocoupler

Keterangan:

- 1 = N.C.
- 2 = Anode
- 3 = Cathode
- 4 = N.C.
- 5 = GND

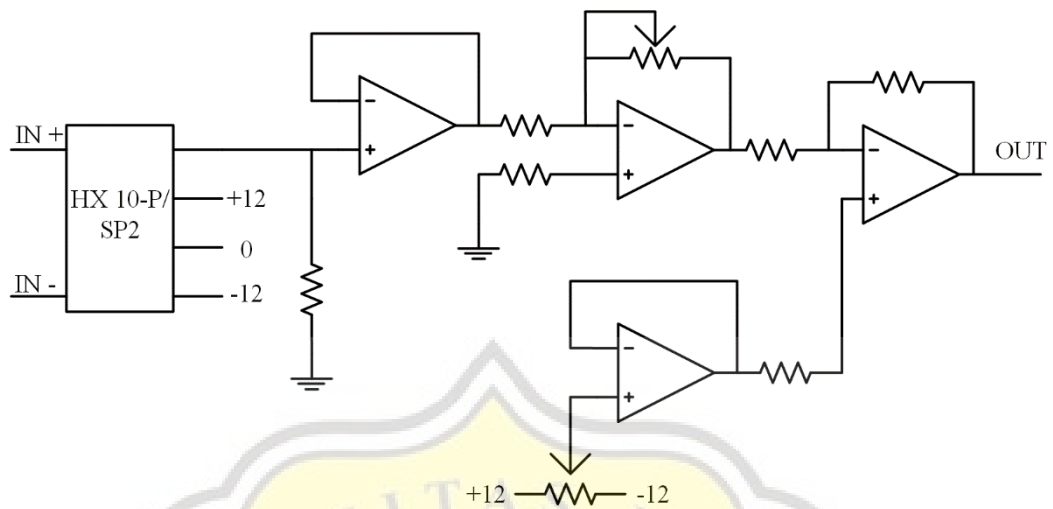
6 = V_o (Output)

7 = V_o

8 = V_{cc}

3.4 Rangkaian Sensor Arus

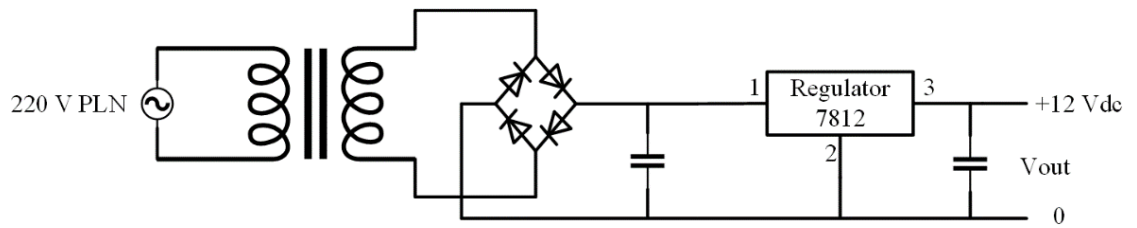
Rangkaian sensor arus digunakan untuk mendeteksi arus induktor pertama pada SRM. Pada rangkaian sensor arus terdiri dari sensor arus dengan tipe LEM HX 10-P/SP2, IC (*Integrated Circuit*) *OP-AMP* LF347, variabel resistor 100K ohm dan resistor 10K ohm. Rangkaian sensor arus LEM HX 10-P/SP2 dapat membaca arus hingga 10 A dengan tegangan kerja +12V - 12V dan *ground* maka rangkaian sensor arus LEM HX 10-P/SP2 membutuhkan catu daya simetris. Prinsip pada sensor arus ini yaitu mengubah nilai arus menjadi tegangan. Agar tegangan keluaran dapat digunakan, maka diperlukan rangkaian penguat *OP-AMP* dengan IC LF347. Resistor digunakan sebagai pengaturan *Gain* dan variabel resistor digunakan untuk proses *tunning* nilai *offset*. Nilai kalibrasi ditentukan dengan tegangan kerja *FPGA Cyclone IV*, maka rangkaian sensor arus ini menggunakan perbandingan 1A : 1V. Skema rangkaian *OP-AMP* dengan sensor arus HX 10-P/SP2 disajikan pada Gambar-3.7.



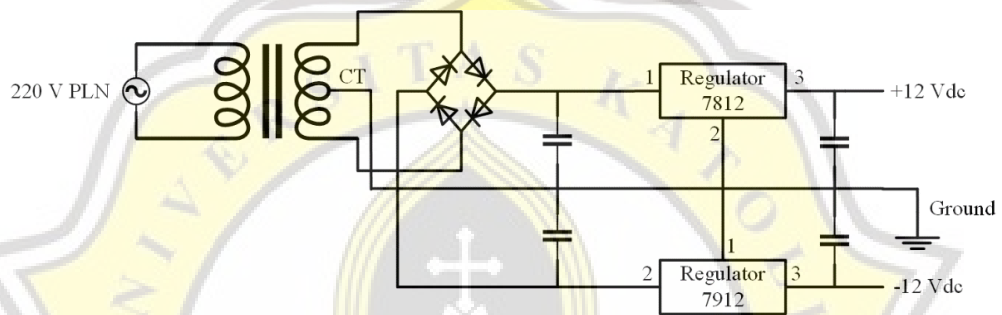
Gambar-3. 7 Skema rangkaian OP-AMP dengan sensor arus HX 10-P/SP2

3.5 Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya digunakan untuk menyuplai tegangan rangkaian elektronika yang membutuhkan suplai tegangan dari luar untuk beroperasi. Pada penelitian ini digunakan dua buah catu daya. Yang pertama adalah rangkaian catu daya linier *B1212* diisolasi oleh regulator yang terhubung dengan *TLP250* dengan jumlah empat buah dan dua buah *B1205* yang terhubung dengan rotary encoder dan FPGA. Lalu ada catu daya simetris dengan tegangan keluaran +12 Vdc, -12 Vdc dan *ground*. Catu daya simetris digunakan dihungkan dengan rangkaian sensor arus. Perbedaan antara catu daya linier dan catu daya simetris terletak pada *voltage regulator* dan transformator yang digunakan. Catu daya linier membutuhkan komponen regulator *B1212* agar dapat menghasilkan tegangan 12 Vdc dan 5Vdc dengan *ground* yang berbeda. Pada Gambar-3.7 disajikan rangkaian catu daya linier dan pada Gambar-3.8 disajikan rangkaian catu daya simetris.



Gambar-3. 8 Rangkaian catu daya linier



Gambar-3. 9 Rangkaian catu daya simetris