

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI KENDALI DIGITAL

***PROPORTIONAL-INTEGRAL* PADA TOPOLOGI**

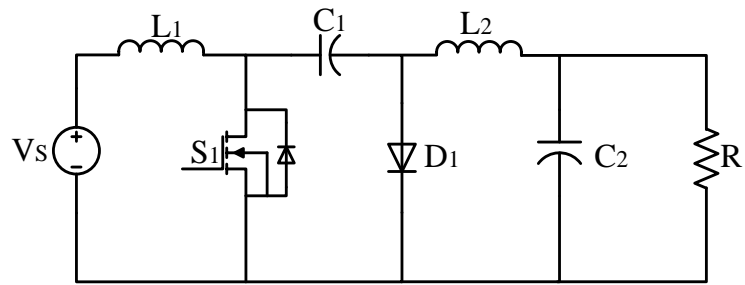
CUK CONVERTER

3.1 Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah analisis *cuk converter* dengan metode kendali umpan balik arus *proportional-integral*, perancangan konverter dan rangkaian pendukung. Adapun rangkaian pendukung yang digunakan pada laporan Tugas Akhir ini meliputi rangkaian *cuk converter*, rangkaian *driver optocoupler*, sensor arus dan catu daya.

3.2 Rangkaian *Cuk Converter*

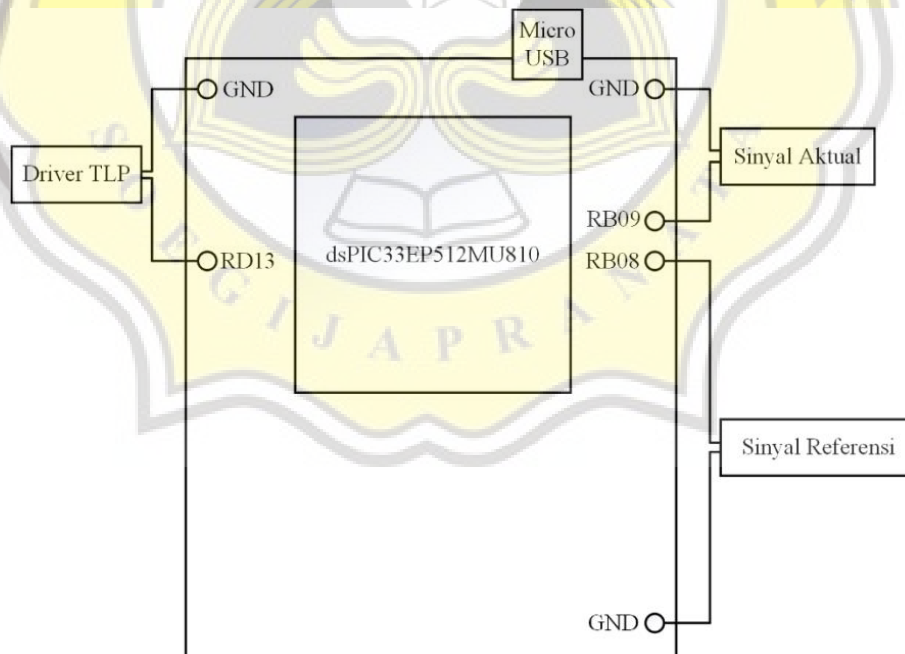
Pada rangkaian *cuk* mendapatkan tegangan *input* sebesar 12 Vdc yang didapatkan dari *DC Link*. Pemilihan *MOSFET IRFP460* sebagai saklar statis dengan daya tahan tegangan hingga 500 V dan arus hingga 20 A. *Ultra fast diode* dengan tipe *MUR860* digunakan untuk mengimbangi proses pensaklaran yang cepat. *MUR860* memiliki daya tahan tegangan mencapai 600 V dan arus 16 A. Nilai parameter dari L_1 dan L_2 menunjukkan keduanya 4 mH , sedangkan nilai parameter pada C_1 dan C_2 menunjukkan sebesar 22 μ F dan 1000 μ F. Resistor pada keluaran menggunakan resistor tahu dengan nilai 27 Ω 5W yang berfungsi sebagai beban. Penyesuaian nilai induktor dan kapasitor yang beredar di pasaran yang mendekati nilai perhitungan, sehingga rangkaian *cuk converter* dapat dirancang seperti Gambar-3.1.



Gambar-3.1 Rancangan rangkaian *cuk converter*

3.3 Blok Kendali *dsPIC33EP512MU810*

Algoritma kendali *proportional-integral* diimplementasikan secara digital menggunakan 16-bit *Digital Signal Controller* bertipe *dsPIC33EP512MU810* yang terpasang pada board *YSMIM* (System Minimum). *Digital signal controller dsPIC33EP512MU810* berfungsi juga menjadi komparator nilai arus referensi dan aktual. Skema sambungan *dsPIC33EP512MU810* disajikan pada Gambar-3.2.

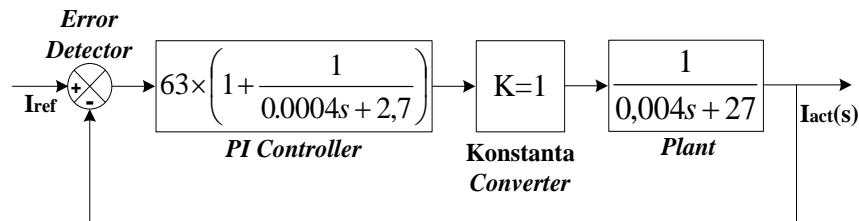


Gambar-3.2 Skematik sambungan *dsPIC33EP512MU810*

Pada *dsPIC33EP512MU810* terdapat slot *micro USB* yang berfungsi menyambungkan sumber dari laptop dan untuk mengupload program. Proses pemrograman *dsPIC33EP512MU810* menggunakan *software mikroC for dsPIC* dengan menggunakan bahasa pemrograman C. Kaki pin RD13 terhubung pada driver *optocoupler* bertipe *TLP250*. Sinyal referensi terhubung dengan kaki pin RB08 dan sinyal aktual terhubung dengan kaki pin RB09. Untuk menghindari kerusakan pada *dsPIC33EP512MU810*, maka sinyal referensi dan aktual diberi *dioda zener 3.3V* pada masing-masing kaki pin yang berfungsi sebagai pembatas tegangan agar tidak ada tegangan yang melebihi 3.3V masuk ke *dsPIC33EP512MU810*.

3.4 Kendali Arus PI pada Cuk Converter

Pada *cuk converter* konvensional pengaturan tegangan keluaran diatur oleh *PWM* dengan mengatur *duty cycle* menggunakan potensiometer. Penggunaan kendali arus dengan metode *proportional-integral* pada *cuk converter* menjadikan *cuk converter* beroperasi secara *loop* tertutup dengan cara mengatur arus pada induktor pertama. Dengan mengendalikan arus pada *cuk converter* akan dihasilkan tegangan yang lebih besar dan lebih kecil pada keluaran konverter. Algoritma kendali ini diimplementasikan secara digital menggunakan *digital signal controller dsPIC33EP512MU810*. Metode kendali ini pada prinsipnya adalah pengaturan nilai pita batas atas dan bawah untuk menentukan konduktivitas saklar statis *MOSFET IRFP460* yang terdapat pada *cuk converter*. Pada penelitian ini didapatkan nilai HB sebesar 5. Diagram blok kendali arus histeresis disajikan pada Gambar-3.3.

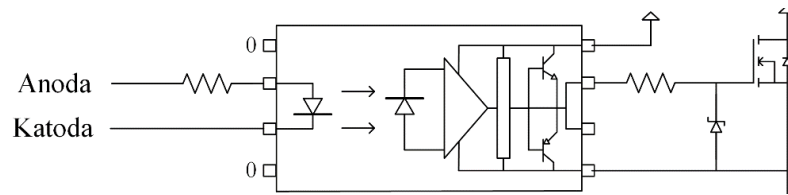


Gambar-3.3 Blok diagram kendali *proportional-integral* pada *cuk converter*

3.5 Rangkaian *Driver Optocoupler*

Rangkaian *driver* yang didalamnya terdapat *optocoupler* yang digunakan berfungsi sebagai penghubung antara *digital signal controller dsPIC33EP512MU810* dengan rangkaian daya. *TLP250* digunakan sebagai *optocoupler* yang berfungsi memisahkan sistem *grounding* antara rangkaian daya yang beroperasi pada tegangan dan arus besar dengan *digital signal controller dsPIC33EP512MU810* yang beroperasi pada tegangan dan arus kecil. Rangkaian *driver TLP250* dapat digunakan dengan tegangan minimal 10V yang disambungkan dengan rangkaian catu daya.

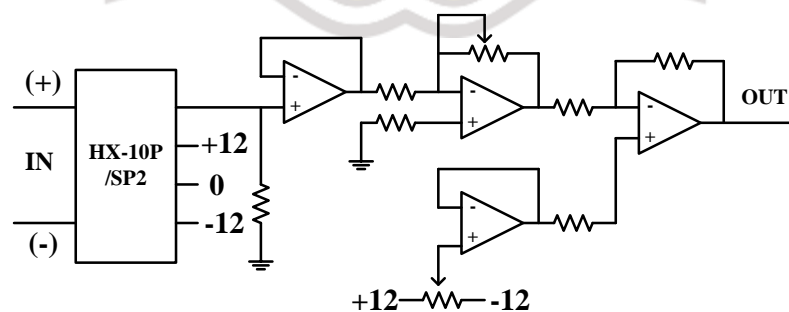
Fungsi utama dari rangkaian *driver* pada *cuk converter* adalah proses menyalakan *MOSFET IRFP460* yang sesuai dengan perintah *digital signal controller dsPIC33EP512MU810*. *TLP250* memiliki sinyal masukan berupa sinyal *digital*. Sinyal *digital* memiliki 2 kemungkinan yang berupa logika 1 dan logika 0. Saat *digital signal controller* memiliki tegangan kerja 5 Vdc maka menjadi logika 1. Pada saat logika 0, maka *digital signal controller* tegangan kerja tidak dibangkitkan atau 0 Vdc. Sinyal keluaran pada *optocoupler TLP250* sama dengan sinyal masukan. Skema rangkaian *driver optocoupler TLP250* akan disajikan pada Gambar-3.4.



Gambar-3.4 Skema rangkaian *driver TLP250*

3.6 Rangkaian Sensor Arus

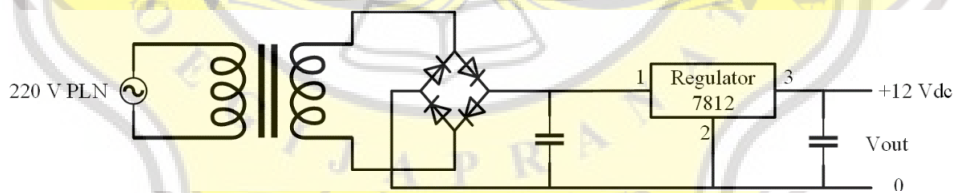
Rangkaian sensor arus digunakan untuk mendeteksi arus induktor pertama pada *cuk converter*. Pada rangkaian sensor arus terdiri dari sensor arus dengan tipe *LEM HX10-P/SP2*, *IC (Integrated Circuit) OP-AMP LF347*, variabel resistor $100\text{K } \Omega$ dan resistor $10\text{K } \Omega$. Rangkaian sensor arus *LEM HX10-P/SP2* dapat membaca arus hingga 10 A dengan tegangan kerja $+12\text{ V}$, -12 V dan *ground* maka rangkaian sensor arus *LEM HX10-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 *digital signal controller dsPIC33EP512MU810*, maka rangkaian sensor arus ini menggunakan perbandingan $1\text{ A} : 1\text{ V}$. Skema rangkaian *OP-AMP* dengan sensor arus *HX10-P/SP2* disajikan pada Gambar-3.5.



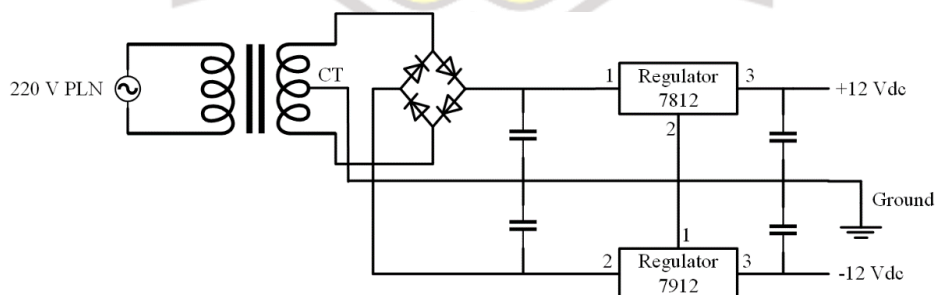
Gambar-3.5 Skema rangkaian *OP-AMP* dengan sensor arus *HX10-P/SP2*

3.7 Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya digunakan untuk menyulapai tegangan rangkaian elektronika yang membutuhkan suplai tegangan dari luar untuk beroperasi. Pada penelitian ini digunakan dua buah catu daya. Catu daya pertama adalah rangkaian catu daya linier yang dihubungkan pada rangkaian driver *optocoupler TLP250*. Catu daya linier membutuhkan satu buah *voltage regulator 7812* dengan tegangan keluaran sebesar +12Vdc. Lalu ada catu daya simetris dengan tegangan keluaran +12 Vdc, -12 Vdc dan *ground*. Catu daya simetris digunakan dihubungkan dengan rangkaian sensor arus HX 10-P/SP2. Perbedaan antara catu daya linier dan catu daya simetris terletak pada *voltage regulator* dan transformator yang digunakan. Catu daya linier membutuhkan tambahan *voltage regulator 7912* agar dapat menghasilkan tegangan -12 Vdc dan transformator CT (*Centre Tap*). Pada Gambar-3.6 disajikan rangkaian catu daya linier dan pada Gambar-3.7 disajikan rangkaian catu daya simetris.



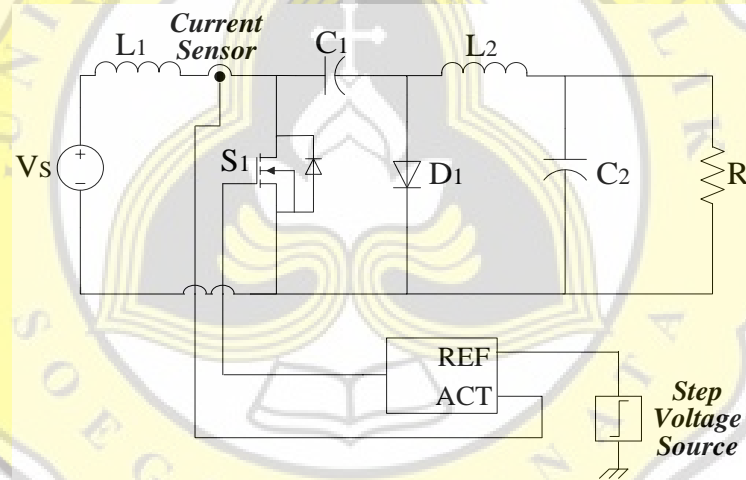
Gambar-3.6 Rangkaian catu daya linier



Gambar-3.7 Rangkaian catu daya simetris

3.8 Simulasi Perangkat Lunak Lunak PSIM

Simulasi kendali arus histeresis pada *cuk converter* menggunakan perangkat lunak *PSIM*. Penggunaan perangkat lunak *PSIM* digunakan untuk mendukung algoritma kendali arus *PI* sebelum diimplementasikan terhadap perangkat keras. Pada simulasi perangkat lunak *PSIM* sinyal referensi didapatkan menggunakan *step voltage source*, *sinusoidal voltage source*, *triangular-wave voltage source* dan *square-wave voltage source*. Pada Gambar-3.9 disajikan rangkaian skematik kendali *proportional-integral* pada *cuk converter* menggunakan perangkat lunak *PSIM*.



Gambar-3.8 Rangkaian skematik pada perangkat lunak *PSIM*