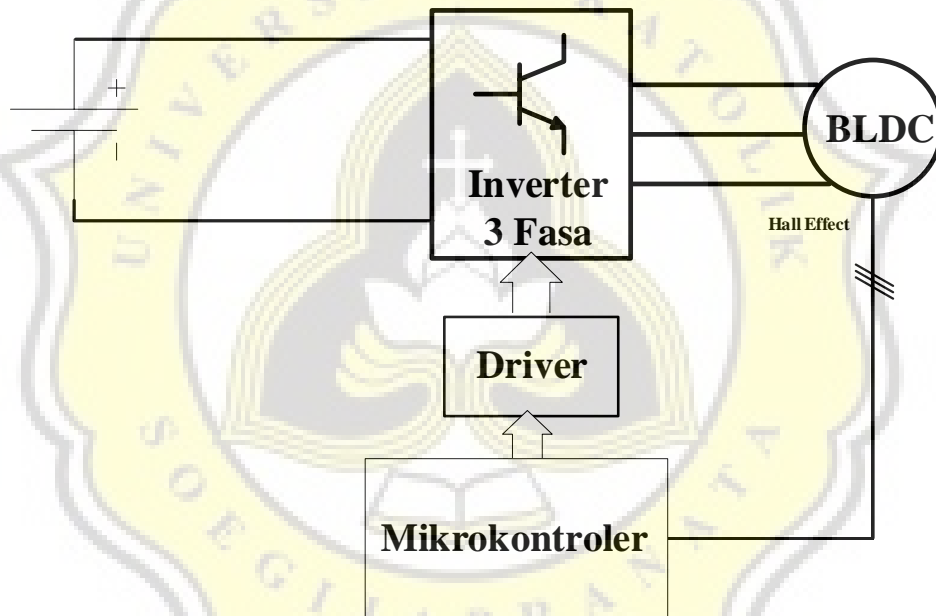


## BAB III

### DESAIN DAN IMPLEMENTASI MOTOR BLDC 3 FASA

#### 3.1 Pendahuluan

Pada bab ini penulis akan membahas tentang perancangan motor BLDC 3 fasa dan implementasiannya. Implementasi motor BLDC seperti pada Gambar 3.1 berikut ini.



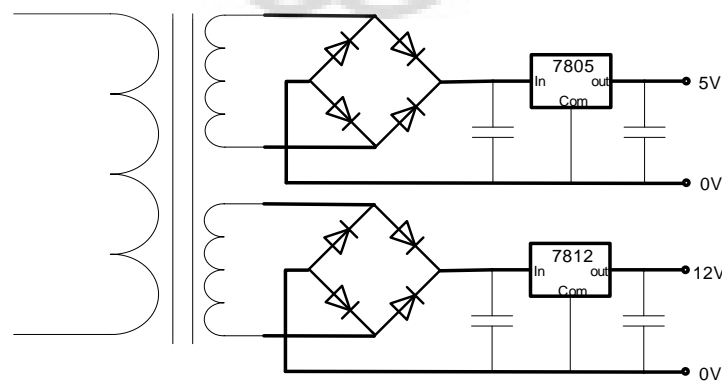
Gambar 3.1 Diagram blok sistem

Jika melihat pada Gambar 3.1, sistem pada perancangan motor BLDC terdiri atas beberapa blok, yaitu : blok rangkaian daya (motor BLDC dan inverter 3 fasa), blok *driver*, dan blok kontrol. Pada sistem ini blok kontrol berperan penting karena pada kontrol yang menggunakan *dsPIC30f4012* ini mengatur segalanya pada sistem motor BLDC.

Sinyal keluaran dari pembacaan posisi rotor oleh *hall effect* yang kemudian data tersebut diolah untuk menghasilkan urutan saklar *on* dan *off*. Sinyal tersebut diteruskan pada mikrokontrol *dsPIC30f4012*, kemudian diolah untuk menentukan urutan saklar yang *off* atau *on* pada blok rangkaian daya yang dikendalikan di blok *driver*. Setelah mengetahui saklar mana yang *off* atau *on* kemudian stator akan berubah polaritasnya, stator mana yang utara dan stator mana yang selatan, sehingga rotor motor BLDC yang terbuat dari magnet akan berputar.

### 3.2 Rangkaian Catu Daya

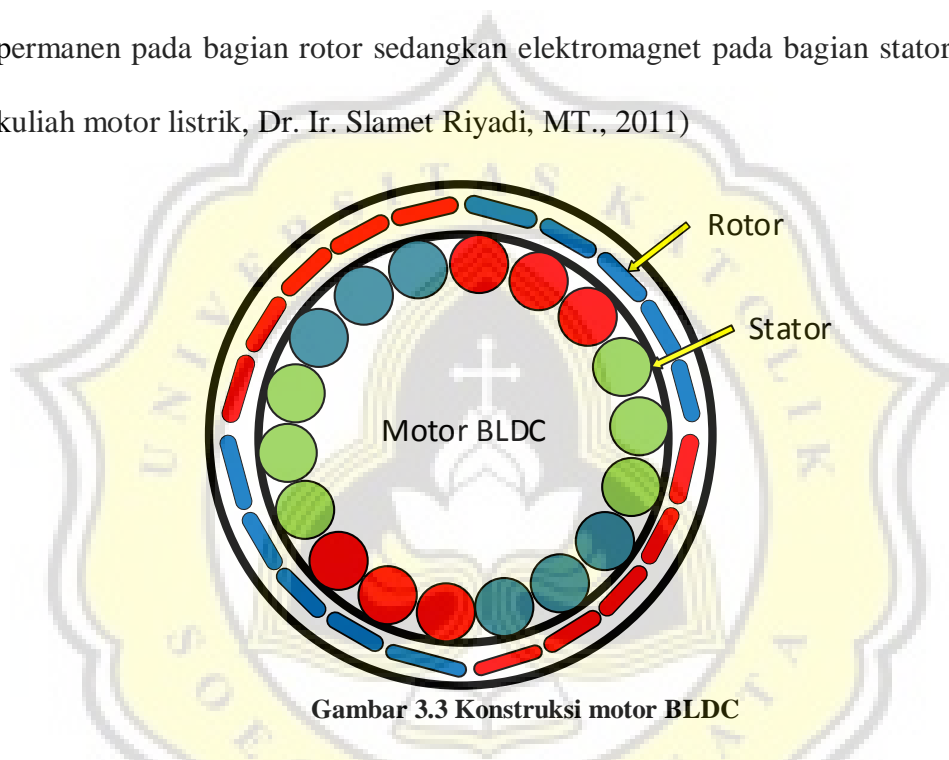
Catu daya atau yang sering kita sebut power supply adalah suatu rangkaian yang di mana rangkaian tersebut mengubah tegangan listrik bolak-balik (AC) menjadi tegangan listrik searah (DC). Pada tugas akhir ini penulis menggunakan rangkaian catu daya yang mengubah tegangan listrik AC ke DC. Rangkaian ini sebagai sumber tenaga. Catu daya yang digunakan mempunyai dua output, output 5 volt untuk menyuplai daya mikrokontroler dan buffer dan output 12 volt untuk menyuplai daya pada *driver*.



Gambar 3.2 Rangkaian catu daya

### 3.3 Motor BLDC

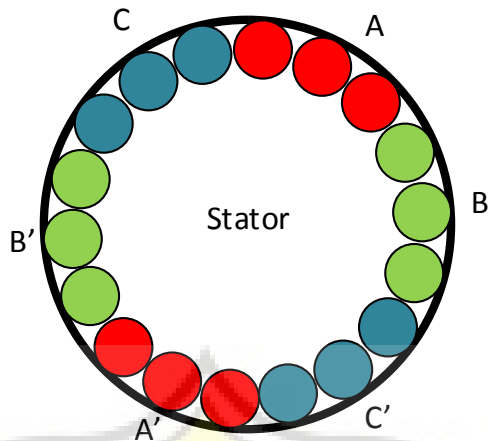
Motor BLDC adalah suatu jenis motor sinkron. Artinya medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh rotor berputar di frekuensi yang sama. BLDC motor tidak akan mengalami slip, tidak seperti yang terjadi pada motor induksi biasa. Motor jenis ini mempunyai magnet permanen pada bagian rotor sedangkan elektromagnet pada bagian stator. (diktat kuliah motor listrik, Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT., 2011)



Gambar 3.3 Konstruksi motor BLDC

#### 3.3.1 Stator Motor BLDC

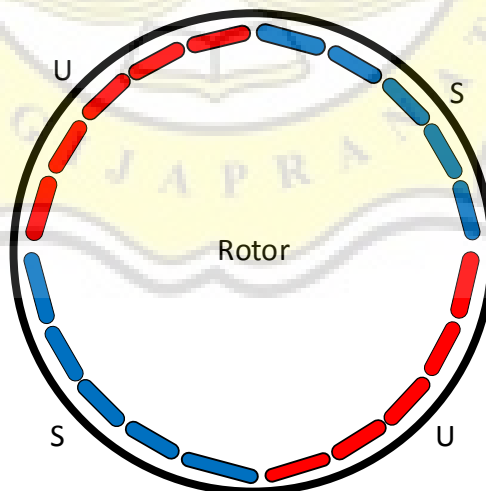
Stator adalah bagian motor yang tidak bergerak atau statis. Pada umumnya stator motor BLDC berupa belitan. Stator yang dibuat tersusun dari enam belitan yang melingkari selongsong inti besi pada stator. Selongsong pada stator berjumlah delapan belas buah. Sehingga masing masing kutub menempati tiga selongsong. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 3.4. (diktat kuliah motor listrik, Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT., 2011)



Gambar 3.4 Stator Motor BLDC

### 3.3.2 Rotor Motor BLDC

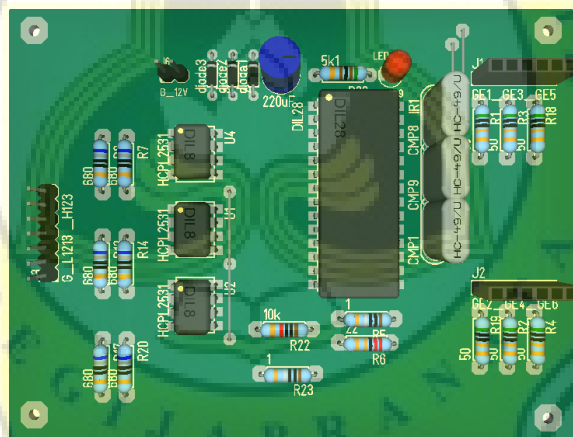
Rotor adalah bagian dari motor yang bergerak. Rotor pada motor BLDC berupa magnet permanen yang berjumlah dua puluh buah. Rotor terdiri dari empat kutub dengan susunan utara-selatan-utara-selatan. Masing-masing kutub diwakili lima buah magnet yang disusun melingkari rotor seperti Gambar 3.5. (diktat kuliah motor listrik, Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT., 2011)



Gambar 3.5 Rotor Motor BLDC

### 3.4 Rangkaian Driver

Pada umumnya sistem driver digunakan untuk menginterfacing antara sistem kontrol yang bekerja pada tegangan dan arus kecil dengan sistem daya yang bekerja pada rating tegangan dan arus besar, di mana kedua sistem ini mempunyai level grounding yang berbeda (*floating*) sehingga pada topologi inverter tiga lengan-tiga fasa mutlak diperlukan adanya driver atau suatu sistem isolasi (tidak terhubung secara galvanis) antara dsPIC30F4012 dengan saklar statik arus kuat (MOSFET). Berikut dijelaskan dan digambarkan mengenai komponen yang digunakan dalam membangun sistem driver IR2132. (International Rectifier, Data Sheet No. PD60019 Rev.P, IR2130/IR2132(J)(S) & (PbF))



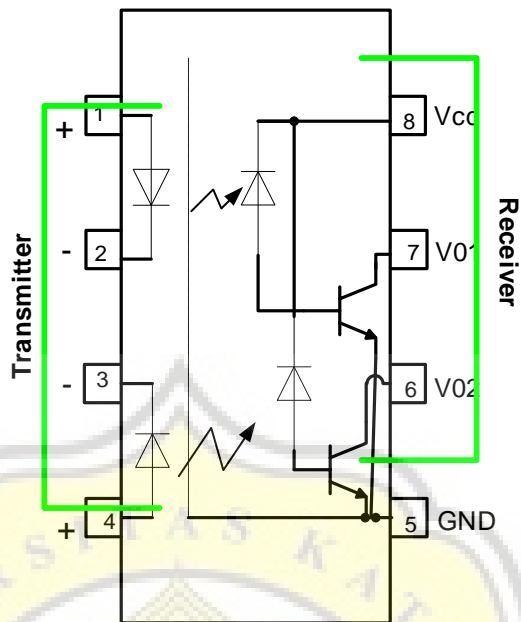
Gambar 3.6. Blok Driver IR2132

Catu daya yang digunakan menghasilkan tegangan arus searah (DC). Masukan catu daya +5 Vdc digunakan untuk input dsPIC30F4012 dan input pada *buffer* 74HC341, sedangkan catu daya 12 Vdc digunakan untuk input *optocoupler* HCPL2531 dan *driver* MOSFET. Selanjutnya input enam buah stator disuplai oleh batere yang digunakan untuk menghasilkan fluks magnet. Mikrokontroller dsPIC30F4012 digunakan untuk memprogram sinyal kendali berupa urutan saklar

*on* dan *off* yang tergeser  $120^\circ$  yang akan mengaktifkan MOSFET. Sinyal kendali dari dsPIC30F4012 dihubungkan dengan rangkaian *driver* MOSFET. Keluaran dari *driver* IR2132 akan dihubungkan dengan kaki G (gate) MOSFET. Sinyal ini digunakan sebagai sinyal masukan bagi MOSFET untuk menentukan apakah arus diteruskan ke stator atau tidak. Enam buah saklar MOSFET IXFB100N50P digunakan sebagai saklar yang berguna untuk mengaktifkan atau mematikan tiap lilitan pada stator. Proses pensaklaran pada MOSFET dengan menggunakan sinyal PWM yang tergeser  $120^\circ$ .

#### **3.4.1 HCPL 2531 High Speed Transistor Optocouplers**

*Optocouplers* sangat penting dalam aplikasi elektronika daya (*power electronics*) di mana sinyal akan di transfer dari suatu modul ke modul yang lain tanpa adanya hubungan secara galvanis. Fungsi utama IC ini adalah merubah tegangan dari output mikrokontroler dari 5 volt menjadi 12 volt. Nantinya output dari HCPL2531 akan menjadi inputan *driver* MOSFET yaitu IR2132. HCPL 2531 dibangun dari *AlGaAs LED* yang di pasangkan dengan *high speed photodetector transistor* . Dalam hal ini *optocoupler* digunakan untuk mentransfer data PWM yang dihasilkan oleh dsPIC30F4012 yang berupa pulsa-pulsa digital yang kemudian diolah oleh IR2132 *3-phase bridge driver*. Agar lebih mudah untuk memahami konfigurasi pin pada HCPL2531 dapat dilihat pada Gambar 3.7. (Hawlett Packard, Dual Channel, High Speed Optocoupler, Technical Data, HCPL-2531.)



Gambar 3.7 Konfigurasi pin HCPL 2531

Pertimbangan pemilihan jenis *optocoupler* ini sebagai komponen *driver* karena beberapa spesifikasi utama yang dimiliki antara lain:

Tabel-3.1 Fitur dan spesifikasi utama pada HCPL 2531

Fitur	Spesifikasi/Karakteristik
Kecepatanmaksimal transfer data	1 MBit/s
Rating tegangan kerja	Sampai dengan 30 V
Arus rata-rata output	8 mA
Withstand insulation voltage	2500 Vrms
Jumlah channel	2

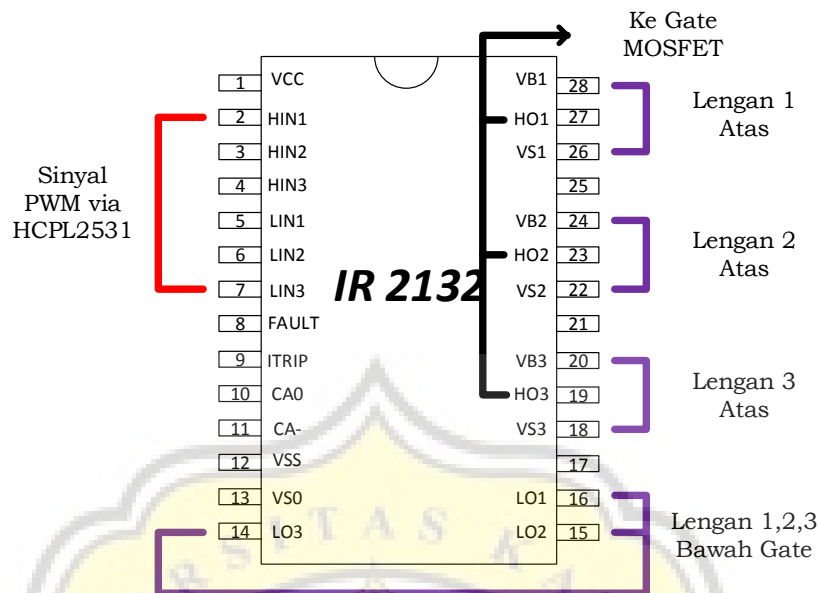
Dari parameter dan spesifikasi optocoupler jenis ini adalah kecepatan transfer data sampai 1MBit/s artinya disini dalam satu detik mampu mentransfer 1 juta data. Setiap data membutuhkan waktu 1 mikrosekon. Hal ini cukup cepat untuk saklar statik. Hal lain yang menjadi pertimbangan penggunaan optocoupler HCPL adalah arsitektur atau konfigurasi *Open Colector* yang kompatibel dengan IR 2132.

### 3.4.2 IR 2132 *Three-Phase Bridge Driver*

*IR 2132 Three-Phase Bridge Driver* merupakan *high voltage* dan *high speed* driver MOSFET atau IGBT yang mempunyai tiga buah konfigurasi lengan keluaran yang saling bebas atau terpisah. Inputan dari IC ini berasal dari *optocoupler* yang sudah merubah tegangan dari kontroler menjadi 12 V. Alasan penggunaan *chip driver* IR 2132 dipilih untuk menyederhanakan *hardware* rangkaian *inverter* tiga fasa. Metode penggunaan driver IR 2132 sebagai *driver* rangkaian daya *inverter* tiga fasa memberikan kelebihan dan keuntungan, antara lain:

- a) Cukup satu daya tunggal 12V untuk menyuplai seluruh *optocoupler* dan *driver* IR2132 yang mampu mengendalikan tiga buah lengan daya.
- b) Ukuran *layout* PCB akan semakin kecil.
- c) Tidak memerlukan rangkaian *deadtime* , karena di dalam IC IR2132 sudah terdapat internal *deadtime*.
- d) Terdapat sistem proteksi didalam IC IR2132 ketika terjadi arus lebih dan *undervoltage*.





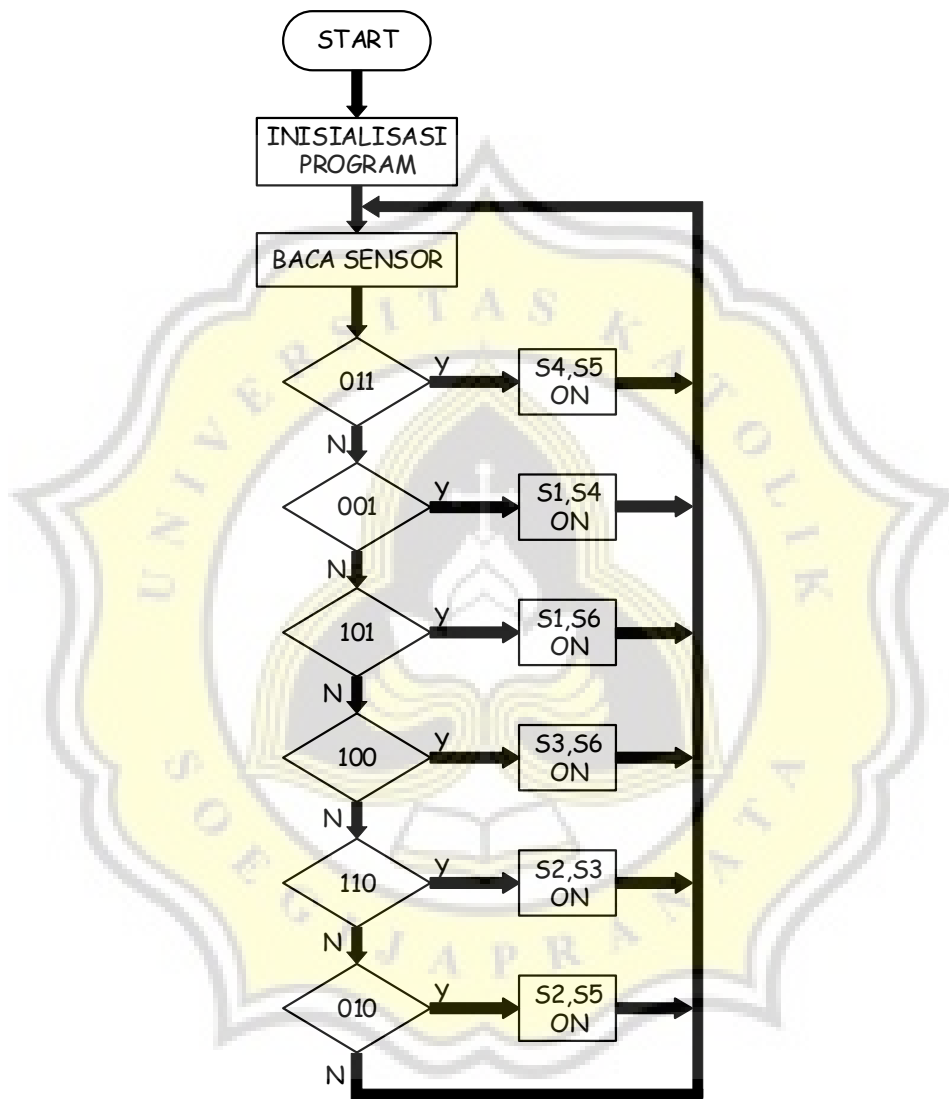
Gambar 3.8. Konfigurasi pin dandesainsistim minimum IR2312

Gambar di atas menunjukkan desain dari blok rangkaian dasar sistem minimum dari IR2132, sinyal PWM yang dibangkitkan oleh dsPIC30F4012 yang di interfacing melalui *optocoupler* HCPL2531 di masukan dalam terminal input *logic* komplemen IR2132. Sedangkan terminal VBx, HOx, VSx dihubungkan dengan terminal MOSFET (Gate-Emitor). Terminal TRIP dan FAULT digunakan sebagai sistem proteksi, kedua port ini dihubungkan dengan resistor detector arus, dari nilai resistor inilah akan di setting kemampuan arus masukan dari *inverter*.

### 3.5 Rangkaian Kontrol

Pada blok kontrol ini berbasis digital dengan menggunakan mikrokontroler DSC (*Digital Signal Control*) dsPIC30F4012. Dalam proses pemrograman menggunakan *software microC for dsPIC*. Pada *software* nantinya program kontrol digital diolah menggunakan bahasa C selanjutnya akan dimasukan pada

mikrokontroler dsPIC30F4012. Selanjutnya bisa dilihat alur pemrograman pada kontrol digital pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Flow chart sistem kontrol